Die
Projektions-Kunst
von
Dr. Paul Ed. Liesegang

Die

Projektions-Kunst

und die

Darstellung von Lichtbildern

für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen,

mit einer

Anleitung zum Malen auf Glas

und Beschreibung chemischer, magnetischer, optischer und elektrischer Experimente.

Von

Dr. Paul Ed. Liesegang.

Mit 156 Abbildungen.

XII. durchgesehene **Auflage,** vollständig umgearbeitet und vermehrt in XI. Auflage von **F. Paul Liesegang.**

Ed. Liesegang's Verlag M. Eger,
Leipzig 1909.

Alle Rechte dem Verlage vorbehalten.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Die Projektions-Kunst 5

Die verschiedenen Lichtquellen.

Das optische System des Projektions-Apparates 12

Der Kondensor. — Das Objektiv. — Der Bildhalter. — Dissolver. — Stativ für Projektions-Apparate. — Die Wand. — Der dunkle Raum. — Die Zentrierung des Lichtpunktes. — Die Größe des Lichbildes. — Die Aufstellung des Projektions-Apparates.

Der Projektions-Apparat und die Lichtquellen 45

Die Bauart des Skioptikons.

Die Petrol- oder Skioptikon-Lampe 48

Die Handhabung der Skioptikon-Lampe. — Gasglühlicht, Spiritusglühlicht etc. — Das Acetylen.

Das Kalklicht 65

Bereitung von Sauerstoffgas. — Die Gassäcke und Verbindungsschläuche. — Sauerstoff-Generator mit Gasometer. — Komprimierter Sauerstoff.

Wasserstoffbereitung 84

Komprimierter Wasserstoff.

Die Kalklicht-Brenner 89

Die Kalk-Zylinder.

Sicherheits-Vorrichtungen gegen Explosionsgefahr . . . 97

Das Projizieren mit Kalklicht. — Äther-Saturator und Gasator. — Das elektrische Bogenlicht. — Das elektrische Glühlicht.

Die Projektion undurchsichtiger Gegenstände 135

Nebelbilder-Apparate (Doppel- und dreifache Laternen) . 142

Der Kinematograph 161

Die Herstellung der Projektionsbilder 164

A. Ohne Hilfe der Photographie. — Statuen auf mattem Glas. — Astronomische Tafeln. — B. Photographische Projektionsbilder. — Chlorbromsilberplatten. — Abziehpapier. — Pigment- (Kohle) Druck. — Photorelief- oder Woodbury-Druck. — Das Albuminverfahren — Das Einfassen der Glasbilder.

Seite

Das Malen von Glasbildern mit Wasserfarben 186

Die Umrisse des Bildes. — Die erste Farblage. — Die zweite Farblage. — Die dritte Farblage.

Das Malen mit Diaphanfarben 192

Das Kolorieren mit Anilinfarben. — Farbige Glasscheiben.

Die Projektion der natürlichen Farben 199

Experimente mit der Laterne 208

Darstellung von Schneefall. — Darstellung des Blitzes. — Der Vorhang. — Bewegliche Bilder. — Das Cykloidotrop. Bewegliche Schiffsbilder. — Springbrunnen. — Farbiger Springbrunnen. — Das Kaleidoskop. — Vorführung des Pulsschlages.

Physikalische Experimente 222

Der Projektions-Apparat.

Mechanik flüssiger Körper 230

Diamagnetische Erscheinungen 233

Akustik 235

Aus der Optik 238

Darstellung der Lichtbrechung. — Totalreflexion. — Spektralerscheinungen. — Dunkle Linien. — Darstellung des Regenbogens. — Mischfarben. — Kontrastfarben. — Fluorescenzerscheinungen. — Interferenz-Erscheinungen. — Polarisation. — Doppelbrechung durch Druck oder Wärme.

Chemische Versuche 267

Pflanzenphysiologische Experimente 273

Experimente mit dem Horizontal-Apparat 275

Das Projektionsmikroskop 279

Stereoskopische Projektion 282

Die Panorama-Projektion 289

Die Lichtbild-Reklame 293

Die Laterne im Dienste des Theaters 297

Der begleitende Vortrag 301

Die Projektions-Kunst.

Projektionsbild nennt man das vergrößerte Bild eines durch Sonnen- oder künstliches Licht scharf beleuchteten kleinen Gegenstandes; zur Erzeugung dieses Bildes dient der Projektions-Apparat oder die Laterna magica. Die Projektions-Kunst befaßt sich mit der Aufgabe, diese Bilder in möglichster Vollkommenheit und Schönheit hervorzubringen.

Von den verschiedenen Wegen, unterhaltend zu belehren und belehrend zu unterhalten, ist zweifelsohne derjenige, den die Projektions-Kunst einschlägt, unter die wirksamsten zu rechnen, ja, wenn wir dem Abbé Moigno glauben sollen, ist es „der sicherste Weg zur Belehrung des großen Publikums". Eine Vorlesung ist gewiß lehrreich, aber nichts ist eindringlicher, als was man vor sich sieht, nichts prägt sich leichter und sicherer dem Gedächtnis ein, besonders dann, wenn ein gediegener Vortrag sich damit verbindet; und von ganz besonderer Wichtigkeit wird diese Lehrmethode durch die unbestreitbare Naturtreue und Genauigkeit, und durch das unendlich ausgedehnte Gebiet, welches uns die hochentwickelte photographische Kunst für die Projektion erschlossen hat, nicht zu vergessen die durch dieses Hilfsmittel zugleich verwirklichte Billigkeit der Anschaffung von Apparaten sowohl wie von Bildern, gegenüber den früher zu ähnlichen Zwecken verwandten Nebelbilder-Apparaten. Denn bevor die Photographie jene immensen Sammlungen von vielen Tausenden Auflagen aus allen Gebieten der Natur, Kunst und Wissenschaft vereinigen konnte, war man auf Glasgemälde angewiesen, die aber, als Handarbeit, eine bestimmte Größe haben müssen, daher die

Benutzung größerer Apparate benötigen, während die selbst in mikroskopischen Formaten absolut treue Photographie sich ganz den Anforderungen der Optik anzuschließen vermag. Das in einem sonst dunklen Raume auf die weiße Wand projizierte Bild muß nach heutigen Anforderungen hell, scharf und richtig sein. Diese Bedingungen werden erfüllt durch Benutzung eines Beleuchtungs-Systems, eines scharfen, klaren und mit nicht verzerrenden Apparaten aufgenommenen Glasphotogrammes, und eines besonders für die Vergrößerung konstruierten achromatischen Doppelobjektivs, verbunden mit einem möglichst hellen, weißen Licht. Erst durch die Vereinigung dieser Umstände ist es möglich, ein tadelloses Projektionsbild in genügender Größe zu erhalten.

Das Wesen der Projektionskunst besteht in der kräftigen Beleuchtung des kleinen transparenten Bildes, und Aufwerfen (Projizieren) desselben vermittelst eines Linsensystems auf eine weiße Fläche. Die zu Weihnachten so beliebte Laterna magica oder Zauberlaterne aus den Spielwarenläden gibt das Modell zu unsern vervollkommneten Projektionsapparaten.

Wir haben also drei hauptsächliche Elemente, nämlich die Lichtquelle, das Linsensystem und das Bild. Mit allen diesen wollen wir uns in der Folge eingehend beschäftigen. Wir beginnen mit einer vergleichenden Betrachtung der Lichtquellen.

Die verschiedenen Lichtquellen.

Das Licht, mit dessen Hilfe wir das vergrößerte Bild eines Gegenstandes projizieren wollen, muß möglichst hell sein, denn mit der Zunahme der Vergrößerung schwindet die Helligkeit. Unser zerstreutes Tageslicht verträgt eine derartige Verdünnung nicht; das direkte Sonnenlicht ist äußerst wirksam und wohl das beste Licht für unsere Zwecke, leider ist es nicht stets zu unserer Verfügung, und wenn wir gar Winterabende mit unseren Projektionen ausfüllen wollen, müssen wir schon zu künstlichem Licht unsere Zuflucht nehmen. Wir haben hier die Auswahl zwischen Petroleumlicht, Gasglühlicht, Spiritus- oder

Benzinglühlicht, Azetylen, Kalklicht, elektrischem Licht und Magnesiumlicht. Das meist angewendete Petroleumlicht liefert in völlig verdunkeltem Raume gut beleuchtete Lichtbilder von 2 bis 2½ Meter Größe. Es eignet sich für Projektionen im Familienkreise, in nicht zu großen Schulräumen und kleineren Vereinen. Die Vorzüge des Petrol-Skioptikons bestehen darin, daß es überall zur Anwendung gebracht werden kann, transportabel ist und — anderen Lichtquellen gegenüber — wenig kostet.

Gasglühlicht hat etwa die gleiche Helligkeit wie eine Projektions-Petrollampe; es erfordert Leuchtgas und zwar gutes, unter nicht zu schwachem Druck. Es sei bemerkt, daß in kleinen Orten das Gas zuweilen minderwertig ist. Spiritusglühlicht, eine unabhängige Lichtquelle wie das Petrollicht, steht bei Anwendung der gewöhnlichen Brenner bezüglich der Lichtstärke auf gleicher Stufe mit dem Gasglühlicht. Bedeutend heller aber sind diejenigen Brenner, bei denen der Spiritus unter Druck gesetzt wird. Dasselbe gilt vom Benzinglühlicht. Petroleumglühlicht hat sich nicht eingeführt.

Azetylen gibt schöne, klare Bilder von 3 Meter Größe; der Lichtstärke nach steht es zwischen dem Petrol- und Kalklicht. Es wird hergestellt mit Hilfe eines Azetylengas-Entwicklers; der Apparat ist leicht transportabel und einfach zu handhaben. Trotzdem das Azetylen anfangs infolge mancher Unfälle vielfach in Mißkredit geriet, hat sich diese Lichtquelle außerordentlich schnell eingeführt, und das mit Recht. Das Azetylen-Skioptikon ist im Verhältnis zu den Anschaffungskosten sehr leistungsfähig, und es ist überall dort am Platze, wo ein möglichst helles Bild gewünscht wird, stärkere Lichtquellen, wie elektrisches Licht und Kalklicht aber infolge fehlender Stromanlage oder zu hoher Kosten ausgeschlossen sind. Von Gefahr ist übrigens bei den geeigneten Gasentwicklern keine Rede; eine Petrollampe ist — wenn man dies Wort brauchen soll — ebenso gefährlich.

Kalklicht, die alte Projektions-Lichtquelle, ist unzweifelhaft eine der schönsten aller Lichtquellen für Projektionszwecke. Das Licht ist intensiv, dabei aber warm, nicht

grell und unangenehm für die Augen; es erfreut sich noch immer großer Beliebtheit, wenn ihm auch im Azetylen und im elektrischen Bogenlicht mächtige Konkurrenten erwachsen sind.

Das Kalklicht wird erzeugt, indem man mittelst eines sog. Kalklichtbrenners ein Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff unter Druck auf ein Stück gebrannten Kalk leitet und entzündet. Durch die starke Stichflamme wird das Kalkstück zu einer intensiven Weißglut gebracht; es gibt ein sehr helles, ruhiges und weißes Licht, das gut konzentriert ist. An Stelle des Wasserstoffgases kann auch Leuchtgas aus der Gasleitung im Hause benutzt werden oder in Ermangelung desselben Ätherdämpfe. Den Sauerstoff kann man in verdichtetem Zustande in Stahlflaschen beziehen oder mittelst eines Generators selbst herstellen.

Das elektrische Bogenlicht entspricht den Anforderungen, welche vom optischen Standpunkte an die Lichtquelle gestellt werden, am meisten. Es ist äußerst intensiv und dabei fast auf einen Punkt konzentriert. Zur Darstellung des Bogenlichtes ist Starkstrom erforderlich; nachdem jetzt zahlreiche größere und auch kleinere Städte eine elektrische Zentrale haben, an die größere Lokalitäten, Schulen und viele Privathäuser angeschlossen sind, kommt diese Lichtquelle immer mehr in Anwendung. An Bequemlichkeit in der Handhabung läßt es nichts zu wünschen übrig, und es empfiehlt sich allenthalben, wo Strom zur Verfügung steht, davon Gebrauch zu machen.

Elektrisches Glühlicht kann dort, wo Strom vorhanden ist, ebenfalls zur Projektion verwendet werden. Man hat dafür besondere Glühlampen, sog. Fokuslampen von 100 Kerzenstärken konstruiert, die ein gut beleuchtetes Bild bis zu zwei Meter im Durchmesser geben. Für Projektionen im Familienkreise ist das Licht recht dankbar, für größere Vorführungen jedoch unzureichend. Wesentlich heller und für größere Lichtbilder ausreichend ist die für Projektions-Apparate hergerichtete Form der Nernstlampe.

Das Magnesiumlicht müssen wir hier noch kurz erwähnen. Es zeichnet sich aus durch große Helligkeit und Ein-

fachheit in der Herstellung. Leider ist es bisher nicht gelungen, dieses Licht für Projektionszwecke genügend ruhig oder stabil herzustellen, was wohl weniger auf die Konstruktion der Lampe, als darauf zurückzuführen ist, daß das Magnesiumband in Berührung mit Luft sehr bald eine Oxydschicht annimmt, welche das regelmäßige Brennen verhindert. Ein weiterer Nachteil des Magnesiumlichtes ist die starke Bildung von weißem Rauche, der in kurzer Zeit die Linsen beschlägt, wenn er nicht genügend abgeführt wird.

Um das Verhältnis der Lichtstärke von zwei Lichtquellen zu ersehen, nimmt man eine sogenannte Normalkerze als Einheit. Man bringt zu diesem Zweck den Projektions-Apparat in Wirkung auf die weiße Wand und stellt in geringer Entfernung einen Stab vor die Wand. Nun hält man eine angezündete Kerze etwas seitlich gleichfalls vor die weiße Wand, wodurch dann auf letzterer zwei Schattenbilder des Stabes sichtbar werden. Eines wird heller sein als das andere. Die Kerze bringt man jetzt näher an den Stab, oder entfernt sie, solange bis die beiden Schattenbilder gleich dunkel sind. Wenn dies der Fall ist, mißt man die Entfernung zwischen Wand und der Kerze und die zwischen dem Projektions-Apparat und der Wand, woraus sich das Verhältnis der Lichtstärken leicht berechnen läßt, indem sie sich verhalten wie die Quadrate ihrer Entfernungen von der Wand. Ist z. B. die eine Lichtquelle viermal weiter von der Wand entfernt, als die andere, so ist sie um 4 × 4 oder sechzehn mal heller.

Nach Prof. Dolbear liefert, als Einheit eine Normalkerze im Gewichte von 2¾ Unze, die in der Stunde 120 Gran verbrennt, angenommen:

Leuchtgas	15	N. K.
Petroleum im Argand'schen Brenner .	20	„
Petroleum im Skioptikon	25	„
Magnesium	40	„
Kalklicht mit Stauerstoff-Alkohol . .	50	„
— — — Leuchtgas .	100	„
— — — Wasserstoff	125	„
Elektrisches Licht	500—10 000	„

Die Sauerstoff-Wasserstoff-Flamme als Einheit angenommen, geben Riche und Bardy folgende Verhältniszahlen an:

Sauerstoff-Wasserstoff, ohne Druck	1
Knallgas-Gebläse	3
Zink in Sauerstoff verbrannt	3—4
Magnesium	5
Stickstoff mit Schwefelkohlenstoff	6—7
Sauerstoff mit Schwefelkohlenstoff	6
Sauerstoff auf Schwefel geleitet	8

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß es für Projektionszwecke nicht sowohl darauf ankommt, welche Helligkeit die in Frage stehende Lichtquelle besitzt, als vielmehr in welchem Grade diese Helligkeit vom Apparat ausgenutzt wird. Das optische System des Skioptikons bedingt nämlich, daß die Lichtquelle von möglichst kleiner Ausdehnung sei; ist die leuchtende Fläche größer als 2 bis 3 Zentimeter im Durchmesser, wie z. B. beim Gasglühlicht, so wird nicht mehr alles Licht aufgefaßt, und der Effekt auf der Wand entspricht nicht der tatsächlichen Lichtstärke der Lampe.

Will man daher Lichtquellen auf ihren Wert für die Projektion vergleichen, so muß das auf jeden Fall mittelst des Skioptikons geschehen. Es sei hier nun noch ein entsprechendes Verfahren angegeben. Man setzt in die Bildbühne ein Stück Blech oder Pappdeckel ein, welches einen Ausschnitt in Größe der freien Öffnung der Laternenbilder (7 × 7 Zentimeter) hat und stellt mit der ersten Lichtquelle auf den Schirm so ein, daß die projizierte helle Fläche ein Meter im Quadrat mißt. An Stelle des Projektionsschirmes wird nun ein Blatt Pauspapier gebracht, wie solches für die photometrischen Messungen nach Bunsen zur Anwendung kommt. Auf der anderen Seite stellt man eine Kerze oder Petroleumlampe auf, die mit gleichbleibender Helligkeit brennt. Die Lampe wird nun hin und her geschoben, bis der Schirm von beiden Seiten gleich stark beleuchtet ist. Darauf bringt man in das Skioptikon, das am selben Fleck stehen bleibt, nacheinander die zu messenden Lichtquellen und schiebt die Lampe jedesmal vor und zurück, bis gleiche Helligkeit auf dem Schirme erzielt wird. In jedem

Falle wird der Abstand der Lampe vom Schirm gemessen, und die erhaltenen Zahlen geben uns nun einen genauen Vergleich der verschiedenen Lichtquellen, indem sich ihre Helligkeiten (d. h. hier die im Skioptikon zur Ausnutzung kommenden) direkt wie die Quadrate der gemessenen Abstände verhalten. Molteni hat auf diese Weise — die dreidochtige Petroleumlampe als Einheit angenommen — folgende Zahlen erhalten:

Dreidochtige Petroleumlampe	1
Gasglühlicht, ohne Reflektor	1
Einfacher Azetylenbrenner, ohne Reflektor .	1,06
Doppelter — — — .	1,70
Dreifacher — — — .	3,20
Vierfacher — — — .	4,10
Fünffacher — — — .	4,50
Kalklicht, Alkohol-Sauerstoff	5,80
— Wasserstoff-Sauerstoff	16,60
— Äther-Sauerstoff	18,50
Elektrisches Glühlicht, 32-kerzige Lampe .	0,68
— — 50 — — .	0,93
— — 100 — Fokuslampe	3,82
— Bogenlicht, 7 Ampère . . .	39,03
— — 10 — . . .	75,61
— — 12 — . . .	86,50
— — 15 — . . .	117,61
— — 20 — . . .	160,80

Das optische System des Projektions-Apparates.

Zwei Teile bilden das optische System des Projektions-Apparates, nämlich der Kondensor und das Objektiv.

Der Kondensor leitet die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen auf das zu projizierende Objekt, das Objektiv liefert das vergrößerte Bild.

Der Kondensor.

Ein System von zwei Glaslinsen, die etwas größeren Durchmesser haben als das zu projizierende Objekt, und eine so kurze Brennweite, daß sie der Lichtquelle möglichst genähert werden können, nennt man einen Doppel-Kondensor, zum Unterschied gegen den einfachen aus einer halbkugelförmigen Glaslinse bestehenden Kondensor der alten Laterna magica, der keine gleichmäßige Lichtverteilung gibt.

Die Näherung des Kondensors an die Lichtquelle ist dadurch notwendig gemacht, daß man jedenfalls dahin streben muß, möglichst viel von dem vorhandenen Licht auch wirklich zur Geltung zu bringen. Dies ist nur dann möglich, wenn der Kondensor eine kurze Brennweite hat. Eine Grenze ist aber hier gezogen durch die Wärme der Lichtquelle, die einen gar zu nahe stehenden Kondensor zum Zerspringen bringen würde.

Die Wirkungsweise des Kondensors können diejenigen unserer Leser, die einen Projektions-Apparat besitzen, sich leicht dadurch kenntlich machen, daß sie den ganzen Doppel-Kondensor aus dem Apparat herausnehmen und nun ohne diesen ein Lichtbild auf der Projektions-Wand zu erzielen suchen.

Sie werden indeß nur von der Mitte des Diapositives ein helles Bild auf dem Schirme erhalten, indem eben nur die Lichtstrahlen, die die Mitte des Glasbildes passieren, in das Objektiv gelangen, während der größte Teil der Strahlen schräg an der Linse vorbeistreicht und nicht mehr zur Wirkung kommt. Setzt man nun den Kondensor in den Apparat ein und stellt aufs neue das Bild auf die Wand ein, so wird das ganze Diapositiv, von der Mitte bis zum Rand gleichmäßig beleuchtet, vergrößert wiedergegeben, da jetzt alle Strahlen, die das Glasbild passieren, ins Objektiv zusammenlaufen und zur Entstehung des Bildes beitragen.

Fig. 1 zeigt die jetzt allgemein gebräuchliche Form des Doppelkondensors. Er besteht aus zwei plankonvexen Linsen, deren gewölbte Flächen einander zugekehrt sind. Die Fassung ist meist so eingerichtet, daß man die Linsen zum Putzen be-

Fig. 1. Doppel-Kondensor.

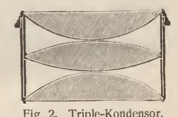


Fig. 2. Triple-Kondensor.

quem herausnehmen sowie auch eine gesprungene oder sonst beschädigte Linse leicht ersetzen kann. Kondensoren, bei denen die Linsen fest eingesprenkelt sind, sind nicht zu empfehlen.

Besonders bei Anwendung größerer Kondensoren ist es vorteilhaft, die Brennweite des Systems durch Zusetzen einer dritten Linse zu verkürzen, indem dadurch die Lichtquelle genähert und ein größerer Winkel ausgenutzt wird. Man erhält dadurch einen sogenannten Triple-Kondensor, der 2 bis 5 mal mehr Licht aufnimmt, als der Doppel-Kondensor. Zwar wird der Lichtgewinn zum Teil wieder aufgehoben durch die stärkere Reflexion und Absorption, die durch die zugesetzte Linse bedingt ist.

Es gibt verschiedene Arten von Triple-Kondensoren; in

Fig. 2 und 3 sind die meist verwandten dargestellt. Ersterer besteht aus zwei plankonvexen Linsen, die gewölbten Flächen einander zugekehrt, mit zwischengesetzter bikonvexer Linse; der andere besteht aus einem Doppel-Kondensor, dem eine Meniskuslinse vorgesetzt ist, die noch durch eine Hartglasscheibe gegen die Hitze geschützt ist. Die folgende Abbildung (Fig. 4) zeigt ein älteres System, das in bezug auf die optische Wirkung

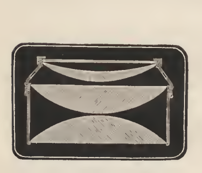


Fig. 3. Triple-Kondensor.

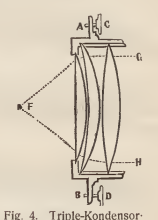


Fig. 4. Triple-Kondensor.

vorzüglich ist, jetzt aber des höheren Preises wegen gar nicht oder nur selten angewandt wird.

Es sei hier noch bemerkt, daß man mit einem geeigneten Triple-Kondensor die Lichtstrahlen schärfer (nach einem Punkte hin) zusammenziehen kann, als dies mit dem gewöhnlichen Doppel-Kondensor möglich ist. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß die „sphärische Aberration" d. i. die durch die kugelförmige Begrenzung der Linien verursachte Abweichung der Strahlen sich durch Vermehrung der Linsen eines Systems vermindern läßt. Diese Eigenschaft des Triple-Kondensors macht ihn besonders wertvoll für die mikroskopische Projektion, da wir es hier mit Objektiven von sehr kleinem Durchmesser zu tun haben und die vom Kondensor kommenden Strahlen also möglichst auf einen Punkt zusammengezogen werden müssen. Demgemäß findet man auch den Triple-Kon-

densor hauptsächlich bei wissenschaftlichen Projektions-Apparaten angewendet.

Die gangbaren Skioptikons sind fast stets mit Doppel-Kondensoren ausgerüstet, die für gewöhnliche Projektionszwecke ausreichend und zweckentsprechend sind.

Die Größe der Kondensoren richtet sich nach dem Formate der mit dem Apparate zu projizierenden Diapositive. Die meisten im Handel vorkommenden transparenten Glasphotogramme nun haben alle ein gleiches Innen-Format von 7 Zentimeter Durchmesser oder 7×7 Zentimeter im Quadrat meist mit abgerundeten Ecken. Dies kommt daher, daß die Negative früher nicht besonders für den Projektions-Apparat, sondern zugleich zum Gebrauche für das Stereoskop aufgenommen wurden, das bekanntlich auf dies Format gerichtet ist.

Wenn man sich also darauf beschränkt, solche Glasphotogramme vorzuzeigen, ist es nicht nötig, größere Kondensoren, als solche von 10 Zentimeter Durchmesser anzuwenden, indem diese die Bilder vollständig beleuchten. Die Photogramme größer aufzunehmen hat auch deshalb keinen Zweck, weil der photographische Apparat Bilder von so gewaltiger Feinheit liefert, daß sie jede Vergrößerung aushalten.

Ältere Projektions-Apparate haben häufig noch einen wesentlich größeren Kondensor, als solche heute üblich sind. Der Grund liegt darin, daß man früher an Stelle der Photogramme auf gemalte Bilder angewiesen war, und für diese Glasgemälde ein Format von 7×7 Zentimeter zu knapp gewesen wäre, als daß sie eine starke Vergrößerung hätten vertragen können. Zu jenen Zeiten war es natürlich vorteilhaft, einen Apparat mit möglichst großem Kondensor zu besitzen, weil die Bilder dann um so feiner ausgeführt werden konnten. Daher kommt es auch wohl, daß in Laienkreisen noch so viel die irrige Ansicht vorherrscht, zur Darstellung großer Lichtbilder sei ein möglichst großer Apparat erforderlich.

Wir konstatierten schon, daß das Innenformat der käuflichen Glasbilder 7×7 Zentimeter mißt, und daß dafür ein Kondensor von 10 Zentimeter Durchmesser ausreichend ist. Damit soll nicht gesagt sein, daß Apparate mit größeren Kondensoren

überflüssig seien. Im Gegenteil, wo es sich darum handelt, außer Glasbildern auch wissenschaftliche Experimente zu projizieren, wählt man gerne größere Kondensorlinsen, da diese für derartige Darstellungen vorteilhafter sind. Des Weiteren ist ein größerer Apparat unter Umständen auch dann am Platze, wenn er auch zu photographischen Vergrößerungen verwendet werden soll. In potographischen Vereinen wie auch bei vielen Amateur- und Fach-Photographen findet man daher Apparate mit Kondensorlinsen von 15 oder 22 Zentimeter Durchmesser. Von solchen, die derartige größere Apparate besitzen, werden die Glasbilder vielfach entsprechend größer, meist 9 × 12 Zentimeter, hergestellt.

Das Objektiv.

Für Projektionszwecke ist das alte Petzvalsche Porträt-Objektiv besonders geeignet, und die meisten im Handel befindlichen Skioptikons werden auch mit einem derartigen Instrument ausgerüstet. Wie unsere Abbildung (Fig. 5) zeigt, besteht ein solches Objektiv aus zwei in eine Messingröhre geschraubten Linsensystemen, deren jedes aus zwei Glaslinsen zusammengesetzt ist. Das der Bildwand zugekehrte System ist mit Balsam verkittet, das andere, dem Glasbild zugewendete, ist getrennt.

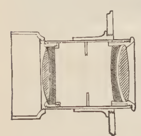


Fig. 5. Doppel-Objektiv.

Wenn man die Linsen behufs der Reinigung aus der Objektivfassung genommen, bringe man sie genau in der aus Fig. 5 ersichtlichen Lage wieder hinein, weil andernfalls kein scharfes Bild damit erhältlich ist. Übrigens ist die Länge der Linsen leicht zu merken: alle konvexen (gewölbten) Flächen müssen nach vorne gerichtet sein.

Für das übliche Bildformat von 7×7 Zentimeter (im Lichten) nimmt man meist Objektive von 4 bis 5 Zentimeter Durchmesser und etwa 14 Zentimeter Brennweite. Diese liefern auf 4 Meter Distanz ein 2 Meter großes Bild, auf 6 Meter ein

3 Meter-Bild — kurz, sie geben ein Bild, das im Durchmesser halb so groß ist, wie die Entfernung vom Apparat zur Wand. Will man nun auf gleiche Entfernung ein kleineres Bild erhalten, so braucht man ein Objektiv längerer Brennweite; anderseits ist zur Erzielung größerer Bilder ein Objektiv kürzerer Brennweite erforderlich. Doch ist in der Darstellung großer Bilder auf kleine Entfernung gar bald eine Grenze gezogen, indem Objektive kurzer Brennweite nicht mehr scharf auszeichnen.

Das Objektiv soll die vom Kondensor durch's Glasbild geworfenen Strahlen alle (wenn möglich) auffassen. Wer nun Gelegenheit hat, verschiedene Lichtquellen: elektrisches Bogenlicht, Kalklicht und Petrol- oder Glasglühlicht nacheinander in das Skioptikon zu bringen, wird beobachten, daß beim Bogenlicht, der Lichtquelle von kleinster Ausdehnung, der vom Kondensor kommende Strahlenkegel sehr scharf zusammengezogen wird, während bei den Lichtquellen größerer Ausdehnung, besonders beim Petrol- und Gasglühlicht (wie auch beim Azetylen) der Kegel auch an seiner schmalsten Stelle eine ziemliche Breite behält. Das Projektions-Objektiv muß also, besonders bei den letztgenannten Lichtquellen, einen entsprechenden Linsendurchmesser haben, um alle Strahlen aufzufangen, es muß also sehr lichtstark sein; und diese Eigenschaft hat das Petzvalsche Porträt-Objektiv. Bei Anwendung von elektrischem Bogenlicht kann das Objektiv im Durchmesser kleiner sein, und hier leisten Anastigmate, unter Umständen auch noch Aplanate, vorzügliche Dienste. — Je länger die Brennweite des Projektions-Objektives ist, um so größer muß auch (bis zu einem gewissen Maße) sein Linsendurchmesser sein. Ferner ist es ein Erfordernis, daß die Brennweite des Kondensors derjenigen des Objektives angepaßt ist.

Auf die Brennweite des Objektives in ihrer Beziehung zur Bildgröße werden wir in einem besonderen Kapitel zurückkommen.

Das Reinigen der Linsen ist von großer Wichtigkeit und man besorge es stets, ehe man den Apparat in Gebrauch nimmt. Man fasse die polierten Flächen nicht mit den

Fingern an, indem diese stets einen Fleck darauf zurücklassen. Zum Abwischen der Linse nehme man ein Stück Baumwoll, Flanell oder altes abgetragenes Leinen. Wenn Flecken auf der Linse sind, die sonst nicht gut abgehen, feuchtet man das Tuch mit Spiritus an. Um zu erkennen, ob ein Glas rein sei, haucht man darauf, und beobachtet, wie lange die Fläche beschlagen bleibt. Wenn sie ganz rein ist, verschwindet der Hauch in einer oder zwei Sekunden; bleibt er acht bis zehn Sekunden oder länger, so ist das Glas nicht rein, möge es dem Auge auch so erscheinen. Man berühre die Linsenfläche mit nichts, was härter ist, als weiches Tuch. Wenn die Linsen nicht so gefaßt sind, daß sie durch die Fassung geschützt werden, bewahre man sie in passenden mit Samt oder Flanell ausgefütterten Pappkästchen auf. Staub entfernt man mit einem weichen Pinsel. Abreiben mit Seide zerstört die Linsenpolitur.

Beim Wiedereinsetzen der Linsen in die Objektivfassung hat man darauf zu achten, daß sie die richtige Lage haben, was schon erwähnt worden ist.

Wird ein Apparat aus dem Kalten ins Warme gebracht, so beschlagen die Linsen; infolgedessen wird das Bild trübe und schleierig. Erst nachdem die an dem Glas niedergeschlagene Feuchtigkeit verdunstet ist, wird das Bild klar. Deshalb bringe man den Apparat, wie auch die Bilder, frühzeitig in das warme Zimmer.

Der Bildhalter.

Der Bildhalter dient dazu, das Glasbild in der richtigen Stellung in die Bildbühne zu bringen. Es gibt sehr viele Konstruktionen. Am einfachsten und billigsten ist der sogenannte Panorama-Bildhalter, der aus zwei Nutleisten besteht, die durch ein entsprechend ausgeschnittenes Stück Holz oder Blech verbunden sind. Am meisten wohl wird der „Doppel-Bildhalter" verwandt (Fig. 6), bei dem die Bilder abwechselnd rechts und links in einen mit zwei Öffnungen versehenen Schieber gesetzt werden; er wird in einem Gleit-Rahmen hin- und hergeschoben. Dieser Bildhalter ist einfach in der Handhabung und ermöglicht ein schnelles Wechseln der Bilder. Allerdings ist es

in der dargestellten Form nur für ein bestimmtes Bildformat verwendbar. Nun haben sich aber im Reiche der Projektion zwei verschiedene Formate Bürgerrecht erworben: 8¼×8¼ Zentimeter und 8½×10 Zentimeter. In Deutschland gehen beide Formate nebeneinander, in Frankreich und Amerika ist 8½×10 Zentimeter heimisch, in England 8¼×8¼ Zentimeter. Es sind dies — man verstehe mich recht — die Formate der im Handel befindlichen Laternbilder; nebenher laufen die Formate 9×12 Zentimeter, hoch und quer, 12×12 Zentimeter etc., welche von manchen bevorzugt werden, die ihre Glasbilder selbst herstellen. Da ihre Zahl verhältnismäßig sehr klein ist zur Zahl derer, die auf die im Handel befindlichen Bilder angewiesen sind, so müssen wir die beiden genannten Formate hier in erster Linie berücksichtigen.

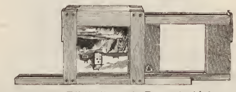


Fig. 6. Bildhalter mit Doppelschieber.

Recht zweckmäßig und sehr verbreitet ist eine unter dem Namen „Formatbildhalter" eingeführte Form des Doppelbildhalters, bei der man in die Öffnungen durch Auf- oder Herunterklappen eines Nutscharniers sowohl Bilder 8¼×8¼ Zentimeter wie 8½×10 Zentimeter einsetzen kann. Außerdem wird das Bild in der Schieberöffnung oben durch ein federndes Blech gehalten, welches beim Einsetzen und Herausnehmen die Öffnung oben frei gibt, in der Projektions-Stellung aber das Bild nach dem Kondensor zu andrückt und zentriert; man kann daher hier dicke wie dünne Bilder, auch solche ohne Deckglas, einsetzen.

Ein weiterer Bildhalter, der ebenfalls beide Formate durcheinander aufnimmt — ich möchte ihn Kassetten-Bildhalter nennen — besteht aus einem äußeren Gleitrahmen; das Glasbild, welches gezeigt werden soll, wird in eine „Kassette" gesteckt und diese bis zum Anschlag in den Gleitrahmen geschoben. Das nächste Bild kommt in eine zweite Kassette;

diese wird vor die erstere in den entsprechend breiten Gleitrahmen gesteckt, die erste Kassette zurück herausgezogen, wobei die zweite durch Federn im Gleitrahmen an deren Stelle gedrückt wird. Für jedes Format braucht man zwei Kassetten. Besonders empfehlenswert ist diese Konstruktion da, wo auch noch andere Formate, wie z. B. 9×12 Zentimeter, hoch und quer, projiziert werden sollen, indem man hier mit Hilfe geeigneter Kassetten alle beliebigen Formate in beliebiger Folge in den Apparat einsetzen kann. Vorteilhaft oder vielmehr bequem ist dieser Bildhalter dadurch, daß die Bilder an derselben Seite der Laterne eingesetzt und herausgenommen werden, man also nicht immer herüberzugreifen braucht.

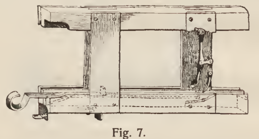


Fig. 7.
Bildhalter mit automatischer Zentrierung.

Eine etwas einfachere Form dieses Bildhalters besteht darin, daß die hier ohne Anschlag, viereckig gestalteten Kassetten durch den Gleitrahmen durchgeschoben werden (wie beim Panoramahalter).

Ebenfalls für Bilder 8¼×8¼ Zentimeter und 8½× 10 Zentimeter verwendbar ist der in Fig. 7 dargestellte Halter. Er zentriert beide Formate dank seines eigenartigen Mechanismus, gestattet die Bilder an derselben Seite einzusetzen und herauszunehmen, aber wechselt nicht schnell. Er ist sehr geeignet für Doppel- und dreifache Skioptikons (Nebelbilder-Apparate).

Zur momentanen Wechselung der Bilder ist das Velotrop bestimmt. Die Bilder werden hier mittelst Kassetten von oben in einen senkrecht stehenden Rahmen gesteckt und in der Projektionsstellung durch einen Daumen gehalten. Durch Druck auf eine Gummibirne wird der Daumen ausgelöst, die Kassette

fällt herunter und die darüber stehende mit dem nächsten Bild kommt an deren Stelle. Unten wird die Kassette nach rechts oder links aus dem Rahmen herausgeholt, das Bild herausgenommen, ein neues eingesetzt und die Kassette wieder oben, der neuen Wechselung gewärtig, in den Rahmen gesteckt. Auch hier kann man durch Anwendung entsprechender Kassetten die verschiedenen Formate durcheinander in den Apparat bringen. Diese Wechselvorrichtung erlaubt übrigens noch (durch Anwendung eines entsprechend langen Schlauches), daß der Vor-

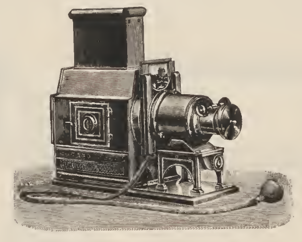


Fig. 8.

tragende, auch wenn er sich nicht beim Apparat befindet, die Wechslung im entsprechenden Moment selbst besorgt. Die Anordnung ist in der beigegebenen Fig. 8 dargestellt.

Es gibt nun noch eine Reihe anderer Konstruktionen von Bildhaltern, die alle mehr oder weniger gut ihren Zweck erfüllen. Ich kann diese hier nicht alle anführen; doch möchte ich einige ältere, jetzt wohl kaum noch gebräuchliche Formen, welche in den früheren Auflagen dieses Werkes an erster Stelle standen, nicht streichen, zumal da der eine oder andere Leser vielleicht eine Anregung dadurch erhält. — Da ist zunächst der Universal-Bildhalter (Fig. 9), der für das Format $8\frac{1}{4} \times 8\frac{1}{4}$ Zentimeter wie $8\frac{1}{2} \times 10$ Zentimeter eingerichtet ist. Der Halter hat verschiedene Einkerbungen an der Seite, die den Bildfor-

maten entsprechen. Man schiebt jedes Bild einfach an den für ihn bestimmten Rand, hier z. B. wird ein Glasbild $8\frac{1}{2} \times 10$ Zentimeter bis 4 geschoben, ein solches $8\frac{1}{4} \times 8\frac{1}{4}$ Zentimeter bis 2. Die Öffnung für den Rand des Bildes ist etwas kleiner als die auf dem Bild befindliche Papiermaske, und da beide Bildhalter ganz gleich sind, braucht man die Bilder einfach durchzuschieben. Man sieht aus der Zeichnung, daß die Falzen sehr weit sind, und für das dickste Bild passen. Zwei kleine Federn im unteren und oberen Falz drücken das Bild stets richtig an, wodurch man das jedesmalige Scharfstellen in den meisten Fällen erspart, und wobei das so häßliche, bei dünnen Bildern

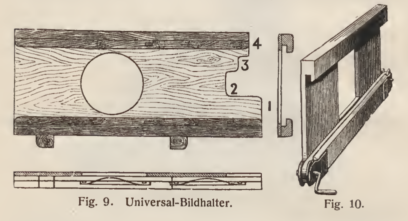


Fig. 9. **Universal-Bildhalter.** Fig. 10.

so leicht sonst vorkommende Übereinanderschieben der Bilder vermieden wird.

Weiter ist da der hier abgebildete Bildhalter mit endlosem Band. Man steckt in diesen die Bilder seitwärts hinein; durch Drehen der Kurbel wird der über zwei Walzen gespannte Zeugstreifen in Bewegung gesetzt und führt die Bilder eins nach dem anderen vor die in der Mitte befindliche Öffnung.

Kean konstruierte eine Wechselvorrichtung, bei der das in Projektionsstellung befindliche Bild mittelst einer darüber angebrachten und durch einen seitlichen Griff betätigten Hebelvorrichtung nach vorn auf ein Kissen geworfen wird. Dabei fällt gleichzeitig das nächste Bild, das oben in den Halter eingesteckt ist, in Projektionsstellung.

Edwards verband den bekannten Doppelbildhalter (Fig. 6) mit dem im folgenden Abschnitt beschriebenen Dissolver derart, daß beim Herausschieben des Halters das Objektiv geschlossen und somit der Wechselvorgang verdeckt wird.

Abbildung Fig. 11 zeigt eine Magazin- und Wechselvorrichtung. Die sämtlichen Glasbilder werden in Rähmchen gesteckt, welche mit Hilfe von beiderseitig angebrachten Ansätzen zu einem Kettensystem vereinigt sind, das über zwei mit sternförmigen Aufsätzen versehene Achsen läuft. Das unterste, senkrecht hängende Rähmchen befindet sich in Projektionsstellung. Auf der unteren Achse sitzt ein vierteiliges Sperrad; demselben gibt der Hebel mit Handgriff, wenn man ihn nach links hinüberlegt, vermittelst eines Eingriffes eine Viertelumdrehung. Dadurch wird die Achse und die Kette soviel weiterbewegt, daß das nächste Bild in Projektionsstellung kommt. Um eine neue Wechselung vorzunehmen, muß zunächst der Handgriff nach rechts zurückgelegt werden, wobei er das Sperrad freiläßt.

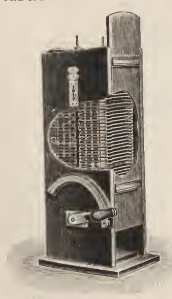


Fig. 11.
Magazin-Wechselvorrichtung.

Diese Wechselvorrichtung wird auch mit einem durch Elektromotor betätigten Antriebwerk in Verbindung gebracht, welche die Weiterbewegung der Rähmchen übernimmt. Bei Apparaten für Lichtbilder-Reklame läuft das Werk ununterbrochen und zeigt alle 10 bis 15 Sekunden ein neues Bild. Wenn diese Einrichtung hingegen für Vortragszwecke benutzt werden soll, so wird eine Schaltanordnung daran angebracht, zu deren Auslösung ein durch beliebig lange Leitungsschnur verbundener Kontaktknopf dient. Jedesmal, wenn man auf den Knopf drückt, findet selbsttätig ein Bildwechsel statt.

Dissolver für das einfache Skioptikon.

Es ist eine zugestandene Tatsache, daß das Auswechseln der Laternbilder, wenn es in der gewöhnlichen Weise, durch bloßes Verschieben des Bildhalters geschieht, auf dem Schirme eine nicht gerade angenehme Wirkung verursacht. Die mittelst einer Doppel- oder dreifachen Laterne erzeugten Nebelbilder, bei denen eine Szene allmählich in die andere übergeht, wirken in dieser Beziehung viel schöner; es ist aber nicht jedermann im Besitz solcher Apparate und man hat deshalb häufig Dissolvervorrichtungen für die einfache Laterne vorgeschlagen und angefertigt.

Wenn nun auch viele dieser Vorrichtungen ganz vortrefflich sind, so sind sie doch in einer Beziehung nicht ganz zweckmäßig. Bei den meisten dieser Art Dissolver wird die Wirkung dadurch erzielt, daß man das Licht allmählich abschließt und in dem kurzen Zeitraum völliger Dunkelheit das Wechseln der Bilder vollzieht. Der Effekt würde jedoch ein viel besserer und täuschenderer sein, wenn dies alles ohne Abschließung des Lichtes geschehen könnte.

Es ist nun in der Tat auf ganz einfache Weise möglich, eine Art Nebelbildereffekt bei stets hell erleuchtetem Schirm mit einer einfachen Laterne zu erzielen, und zwar dadurch, daß man eine mattgeschliffene Glasscheibe vor dem Objektiv anbringt. Sobald man vor das Objektiv einer in Tätigkeit befindlichen Laterne eine Mattglasscheibe hält, verschwindet das Bild auf dem Schirme; es kann dies nun schnell oder langsam geschehen, ganz nach Belieben des Operateurs. Das Bild wird unbemerkt ausgewechselt und das neue Bild allmählich zum Vorschein gebracht, während die ganze Zeit über der Schirm hell erleuchtet bleibt.

Eine Verdunkelung der Bildfläche beim Wechseln bewirkt der folgende Dissolver, dessen Konstruktion von Gulliver angegeben wurde.

Das Mittelstück (Fig. 13) besteht ebenso wie die beiden Seitenstücke aus dicken Messingscheiben. Es wird aus vier Teilen gebildet: der Scheibe A, dem Hebel B (Fig. 12) und den

beiden Scheiben C und D (Fig. 14). Diese letzteren (C und D) bewegen sich zwischen den großen rosettenköpfigen Messingschrauben E und F (Fig. 15). Der Hebel B ist auf der Rückseite abgefeilt, um die Scheiben in ihrer Bewegung, nicht zu hindern, und die Löcher sind hinreichend groß gemacht, so daß die Scheiben genügenden Spielraum zum Auf- und Niedergleiten haben, ohne sich zu klemmen. Auf der Rückseite von A ist ein Metallring festgelötet, um die Dissolvervorrichtung auf dem Objektiv der Laterne befestigen zu können. Fig. 15 zeigt die Vorrichtung fertig zum Gebrauch. Eine schwache Berührung des Hebels öffnet die runden Ausschnitte und läßt das Licht aus der Laterne voll auf den Schirm fallen. Bei umgekehrter Bewegung wird das Licht langsam abgeschnitten; das Bild wird dann mittels eines doppelten Bildhalters ausgewechselt und diese Manipulation wird beliebig oft wiederholt.

Fig. 12.

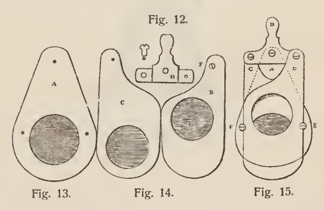


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Die ganze Vorrichtung ist sehr einfach; vier Platten aus Messingblech von 2 Millimeter Dicke, eine gute Lochsäge, um die Platten zurecht zu schneiden, und fünf rosettenköpfige Messingschrauben.

Stativ für Projektions-Apparate.

Ein besonderes Stativ für das Skioptikon ist in den meisten Fällen überflüssig; man setzt dasselbe, wenn ein Tisch zu niedrig ist, auf den Kasten, der zur Verpackung des Apparates

dient. Muß man den Apparat noch höher stellen, um beispielsweise über die Köpfe des Publikums hinweg zu projizieren, so kann man sich leicht dadurch helfen, daß man zwei Tische aufeinander stellt.

Wenn nun aber ein besonderes Stativ zur Anwendung kommen soll, so muß dasselbe in erster Linie recht stabil sein, damit nicht beim Hantieren der Apparat ins Zittern gerät, was für die Beschauer durch das Tanzen des Bildes höchst unangenehm ist.

Für schwerere Projektions-Apparate ist ein hölzernes Sta-

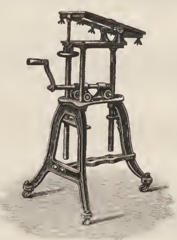


Fig. 16.

tiv in der Art des Gaußschen Statives angebracht, wie solche in Schulen gebräuchlich sind. Recht praktisch sind auch Tischstative, die der Höhe nach verstellt werden können und eine Vorrichtung zum Neigen der Tischplatte besitzen. Unsere Abbildung Fig. 16 zeigt ein eisernes Stativ, das diese Einrichtungen besitzt und mit Rollen versehen ist.

Wenn der Apparat stets in demselben Raume bleibt, so ist auch ein Stativschrank am Platze. Es ist dies ein etwa 1,20 Meter hohes Möbel, das bequem auf Rollen an seine Stelle geschoben werden kann. Das Skioptikon steht bei Nicht-Gebrauch unten in einem Gefach, während die oberen Gefächer

und Schubladen zum Aufbewahren der Bilder und sonstigen Utensilien dienen. Bei der Projektion wird die Laterne auf den Schrank gestellt, dessen Oberbrett auch schräg geneigt werden kann. An der Schranktüre, die in beliebiger Stellung festgestellt werden kann, ist ein aufklappbares Brett zum Aufsetzen des Lesepultes und der Leselampe angebracht.

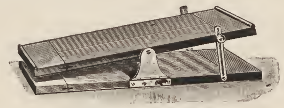


Fig. 17. Neigebrett.

Wenn ein Stativ nicht erforderlich, wohl aber eine gute Einrichtung erwünscht ist, um die Projektionslaterne in die richtige Neigung zur Wand zu bringen, so empfiehlt sich ein Neigebrett, wie es die Abbildung (Fig. 17) veranschaulicht.

Die Wand.

Die Bilder werden entweder auf einer weißen Wand, oder durch einen transparenten Vorhang gezeigt. Im ersten Fall steht der Apparat im Zuschauer-Raume selbst auf einer Estrade; die weiße Wand muß möglichst glatt und undurchsichtig sein; gewöhnlich wird starke weiße Leinwand verwendet, am schönsten aber zeigen sich die Bilder auf einer mit Zinkweiß glatt und matt gestrichenen Wand des betreffenden Raumes.

Ein ähnlicher Effekt wie auf solcher Wand läßt sich auch erzielen, wenn man die auf einen Rahmen straff aufgezogene Leinwand mit Rollenpapier beklebt und dieses nach vollständigem Trocknen mehrmals mit einer Mischung überstreicht von

Wasser	1 Liter.
Gummi arabicum	50 Gramm.
Gebrannte Magnesia	200 „

Im zweiten Fall, beim Vorzeigen des Bildes durch einen halbtransparenten Stoff, bleibt der Apparat dem Publikum verborgen. Der beste Stoff für Projektionen bis zu 3 Meter im Durchmesser ist vielleicht starkes Pauspapier; man fertigt dies in einer Breite von 1½ Meter; das Papier läßt sich recht gut so zusammenkleben, daß man es nicht wahrnimmt. Ein Übelstand des Papiers ist allerdings, daß es leicht reißt, doch ist es auch viel billiger als Leinen.

Wenn man Leinen oder Shirting anwendet, muß man dies vor dem Aufspannen in Wasser stecken und gut auswringen, oder nach dem Aufspannen mit einem Schwamm oder einer

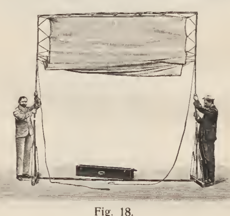


Fig. 18.

Spritze anfeuchten, da es im trockenen Zustand zu viel Licht verschluckt. Ist der Stoff nicht breit genug, so lasse man die Naht quer über das Bild gehen, oder nehme für die Mitte eine volle Breite und setze an beiden Seiten eine halbe oder wenn nötig eine ganze Breite an. Es wird Leinen von guter Qualität jetzt bis zur Breite von 5 Metern hergestellt, was für die meisten Zwecke ausreichen dürfte.

Zum Aufspannen des Papiers oder Leinens kann ein leichter Holzrahmen verwendet werden, der des bequemeren Transportes halber zum Auseinandernehmen eingerichtet ist.

Es gibt ein recht praktisches und vielfach bewährtes Gestell, das aus einzelnen Bambusstäben zusammengesetzt wird.

Dieses kann in kurzer Zeit aufgebaut und wieder auseinander genommen werden, und das Ganze läßt sich in einem handlichen Kasten verpacken. Nimmt man auf jeder Seite einen Stab weg, so wird das Gestell kleiner, setzt man auf jeder Seite einen Stab, hinzu, so wird es größer. Ein Fig. 18 ist ein solches transportables Gestell, das für Wände bis zu 5×5 Meter Größe angefertigt wird, zur Darstellung gebracht. Die Abbildung zeigt, wie das Gestell ohne Zuhilfenahme einer Leiter aufgerichtet wird.

Für eine Vorstellung im Zimmer hängt man ein Stück Leinen an die Wand oder in eine Flügeltüre; im letzteren Fall kann man die Laterne davor oder dahinter aufstellen.

Arbeitet man auf einer Bühne, die mit einem nach oben zu ziehenden Vorhang ausgerüstet ist, so kann man mit Vorteil die Wand am Vorhang befestigen und sie alsdann durch Hochziehen des Vorhanges aufspannen.

Der dunkle Raum.

Vostellungen mit dem Projektions-Apparat werden meist abends gegeben, wo die Säle ohnehin dunkel sind. Aber in Schulen und Hörsälen muß auch die Tageszeit benutzt werden, deshalb bedarf man einer Vorrrichtung, um das störende Tageslicht auszuschließen.

Dies geschieht mit dichtschließenden Blenden oder mit Vorhängen. Es ist schwer, Blenden derartig anzubringen, daß sie alles Licht fernhalten. Viel einfacher und billiger ist es, Rahmen von der Größe der Fensterrahmen machen zu lassen, und diese mit dichtem Stoff, wie er beim Polstern und zum Ausschlagen von Wagen benutzt wird, zu beziehen. Die Rahmen müssen genau in die Fensteröffnung passen.

Auch kann man solchen Stoff in Form von Rouleaux verwenden, aber es geht dann meist an den Seiten noch viel Licht durch. Um dies zu vermeiden, bringt man fußbreite Streifen desselben Stoffes rechts und links in der Weise an, daß das Rouleaux sich hinter denselben auf- und abrollt.

Wenn man mit dem Sonnenmikroskop, mit elektrischem oder mit Kalklicht arbeitet, braucht der Raum nicht absolut dunkel zu sein. Im Gegenteil, einige der besten Experimentatoren halten das gerade für einen teilweisen Grund ihres Erfolges, daß sie den Raum so hell lassen, daß man genug sehen kann, um eine Zeitung zu lesen. Aber einige Versuche verlangen gänzlichen Ausschluß des äußeren Lichtes, wie z. B. die Projektion der Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum und die Diffraktionserscheinungen.

Viele Personen lieben dunkle Räume nicht. In Schulen ist es nicht allein schwierig, darin Ordnung zu halten, sondern auch deshalb oft sehr lästig, weil bei manchen Vorträgen nur dann und wann eine Verdunkelung notwendig ist. Ferner ist es von Vorteil, wenn die Schüler soviel sehen können, um sich Notizen zu machen. Es wäre deshalb ein großer Fortschritt, namentlich in bezug auf die Anwendung der Laterne in Schulen, wenn man die Bilder in einem ziemlich hellen Raum zeigen könnte.

Wir können hier konstatieren, daß es vollkommen zuläßig und praktisch ist, die Laterne in einem hell erleuchteten Raume zu benutzen. G. Smith hielt einen Vortrag von Projektionsdarstellungen begleitet in einem Saale, in dem sich 300 Zuhörer befanden, und in dem während der ganzen Zeit 16 Gasflammen brannten, und das mit einem Skioptikon mit Petroleumlampe; das Resultat war vorzüglich, jeder der Anwesenden konnte die Bilder klar und deutlich sehen. Das System kann also als durchaus praktisch empfohlen werden, sowohl für den Gebrauch in Familien, wie für Schulen und andere größere Auditorien.

Um dies zu erzielen, ist nichts weiter nötig als ein Schirm, der nur das Bild, nicht aber das zerstreute Licht in dem Raume zeigt.

Das geeignetste Material hierfür ist dünnes Wachspapier, so dünn, daß fast das ganze Licht der Laterne hindurchdringt, während das zerstreute Licht des Saales gleichfalls durchgeht, anstatt daß es, wie bei einer weniger durchsichtigen Wand, auf

die Zuschauer reflektiert wird. Diese Wand steht zwischen der Laterne und dem Auditorium; letzteres ist in den von der Laterne ausgehenden Lichtkegel zu plazieren. Außerhalb dieses Lichtkegels ist das Bild fast unsichtbar.

Es muß bei dieser Disposition die Brennweite des Objektivs der Größe des Zimmers oder Saales angepaßt sein. Für einen schmalen langen Raum paßt am besten ein Objektiv mit langer Brennweite, für einen breiten Raum eines mit kurzer Brennweite. Die Zuschauer müssen nämlich innerhalb des Lichtkegels sitzen, das durch den transparenten Schirm dringt.

Geeignetes Papier ist nicht breiter als ungefähr 1 Meter zu haben, deshalb ist der Durchmesser des Lichtbildes nicht größer; aber das ist kein Fehler, denn diese Größe genügt für fast alle Zwecke; und das Bild ist so lebhaft, daß selbst durch die daneben stehende Lampe des Vortragenden die Brillanz nur sehr wenig beeinträchtigt wird.

Eine andere Möglichkeit der Projektion bei Tageslicht besteht in der richtigen Herrichtung des Schirmes, Dieser ist so aufgestellt, daß ihm keine Fenster gegenüberliegen, welche direktes Licht zulassen würden. Außerdem steht er nicht, wie gewöhnlich aufrecht, sondern ist an der Decke, etwas von der Wand entfernt, aufgehängt; das untere Ende desselben ist zurückgezogen und so befestigt, daß der Schirm von der Wand aus in einem Winkel von 30 bis 40 Grad schräg nach oben zuläuft. An beiden Seiten des Schirmes sind lichtdichte Gardinen angebracht, die bis auf den Fußboden reichen und alles Seitenlicht abschneiden, wodurch es möglich ist, trotz des durch die Fenster eindringenden Tageslichtes ein deutliches und brillantes Bild zu projizieren.

Natürlich muß der Apparat ebenfalls schräg gestellt werden, so zwar, daß die eingeschobenen Projektionsbilder mit dem Schirme parallel stehen. Je kräftiger die Lichtquelle ist, desto heller kann der Raum bleiben, unbeschadet der Wirkung.

Hoffentlich trägt die Einführung dieser einfachen und zweckmäßigen Vorrichtung dazu bei, den Projektionsapparat mehr und mehr beim Unterricht in der Schule einzubürgern.

Die Zentrierung des Lichtpunktes.

Eine Projektion fällt nur dann schön und exakt aus, wenn die Lichtquelle des Apparates, sei es nun Petroleumlicht, Kalklicht oder elektrisches Licht, sich genau im Brennpunkte des Kondensors befindet.

Es ist nämlich eine Hauptbedingung, daß das Bildfeld auf der Wand ganz gleichmäßig beleuchtet sei. Um zu erkennen, ob dies der Fall, betrachte man das Lichtfeld auf der Wand, ohne ein Bild in den Apparat zu setzen.

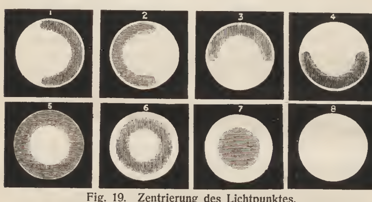


Fig. 19. Zentrierung des Lichtpunktes.

Über die Stellung der Lichtquelle zum Kondensor geben die folgenden Bilder Aufschluß:

1. Lichtquelle zu weit nach rechts.
2. „ „ weit nach links.
3. „ „ hoch.
4. „ „ tief.
5. „ „ weit vom Kondensor.

6. u. 7. „ „ nahe am Kondensor.

8. „ an der richtigen Stelle.

Es sei noch bemerkt, daß stets, wenn die Lichtquelle dem Kondensor zu nahe steht, auf der Wand ein blauer Schatten sichtbar wird, während bei zu großem Abstande ein gelbroter Schatten entsteht.

Als allgemeine Regel kann man sich folgende merken: Wenn rundum ein blauer Ring sich zeigt, steht die Lampe zu nahe am Kondensor, zeigt sich ein roter Ring, steht sie zu weit; zeigt sich ein sichelförmiger blauer oder roter Schatten, so muß man die Lampe immer in entgegengesetzter Richtung bewegen, also ist beispielsweise der Schatten oben, so muß man den Lichtpunkt etwas senken.

Wer sich die hier verzeichneten Fehler mit ihren Ursachen merkt, wird in kürzester Zeit durch Hin- und Herrücken der Lampe, resp. des Brenners die richtige Beleuchtung herstellen können. Eine jederzeit richtige Stellung der Lampe ist wohl bei solchen Lampen, die eine größere Flamme haben, z. B. bei Petroleumlampen, möglich, nicht aber bei Kalklicht und elektrischem Licht, wo schon eine Verschiebung von oft weniger als einem Zentimeter genügt, um die oben beschriebenen und abgebildeten Mängel hervorzurufen. Die Abhilfe besteht, wie gesagt, in der jedesmal vorzunehmenden Zentrierung des Lichtpunktes.

Die Größe des Lichtbildes.

Die Größe des Bildes auf der Wand wird bestimmt durch folgende Faktoren: 1. durch die Brennweite des Objektives, 2. durch den Abstand des Apparates von der Wand und 3. durch das Format des Laternbildes. Letzteres ist nun in der Regel 7×7 Zentimeter (im Lichten).

Es ist nicht möglich — um hier von vornherein irrtümlichen Ansichten zu begegnen —, mit einem und demselben Objektiv auf dieselbe Entfernung von der Wand hin bald ein großes, bald ein kleines Bild zu entwerfen. Vielmehr muß man, um ein größeres Bild zu erhalten, weiter zurück, von der Wand weg; um ein kleineres Bild zu erzielen, näher an die Wand heran — oder aber, wenn dieselbe Entfernung eingehalten werden soll, muß man ein Objektiv von anderer Brennweite nehmen. (Der Trieb an den Projektionsobjektiven dient dazu, das Bild scharf einzustellen, nicht aber dazu, durch Verstellung das Lichtbild größer oder kleiner zu machen.)

Zunächst ist hier noch festzustellen, was man unter Brennweite des Objektives versteht und wie diese zu messen ist. Wenn auch vielen unserer Leser, besonders denen, die sich mit Photographie beschäftigen, dieser Begriff bekannt sein dürfte, so ist hier eine kurze Erörterung doch am Platze, indem man gerade bei Projektions-Objektiven in Katalogen sehr häufig falsche oder richtiger irreleitende Angaben bezüglich der Brennweite findet.

Man versteht unter der Brennweite des Objektives den Abstand seines sogenannten „optischen Mittelpunktes" von dem von ihm erzeugten Bilde eines sehr entfernten Gegenstandes. Die einfachste Art, die Brennweite wenigstens annähernd festzustellen, ist für den Besitzer eines Skioptikons wohl folgende: Man setzt in den Bildhalter an Stelle des Glasbildes eine Mattscheibe oder in Ermangelung derselben ein Blatt weißes Papier, richtet den Apparat zum geöffneten Fenster hinaus auf einen entfernten Gegenstand, sagen wir einen Schornstein, und stellt das Objektiv mittelst des Triebes so ein, daß sich auf der Mattscheibe ein scharfes Bild des Schornsteins zeigt; man kann dazu das Bild von rückwärts durch die Laterne, deren Lampe oder Brenner herausgenommen ist, beobachten. Nun mißt man den Abstand der Mattscheibe von der Mitte des Objektives (Mitte zwischen Vorder- und Hinterlinsen) oder, wenn das Objektiv Blenden-Einrichtung hat, von der Blende; man erhält alsdann, für unsere Zwecke hinreichend genau, die sogenannte „äquivalente" Brennweite des Objektives.

Wer übrigens einen Projektions-, Vergrößerungs- oder photographischen Apparat mit langem Auszuge besitzt, kann auf folgende Weise die Brennweite ganz genau ermitteln. Man heftet auf eine Wand einen Gegenstand von beispielsweise 7 Zentimeter Breite (etwa einen Streifen weißes Papier auf dunklen Hintergrund), richtet den Apparat dagegen und stellt so lange ein, bis man auf der Mattscheibe ein Bild in Originalgröße, also 7 Zentimeter breit, erhält; alsdann mißt man den Abstand der Mattscheibe von dem Gegenstande, worauf eingestellt wurde, und dividiert die erhaltene Zahl durch 4 — das gibt die genaue (äquivalente) Brennweite. Der Auszug (oder

genauer Abstand des Objektiv-Mittelpunktes von der Mattscheibe) ist dabei doppelt so lang wie die Brennweite, wenn man daher von vornherein die Brennweite ungefähr kennt, kann man sich die Arbeit des Einstellens auf Originalgröße wesentlich erleichtern.

Nun sind (leider häufig) in Preislisten von Projektions-Objektiven für die Brennweite Zahlen angegeben, die keineswegs die äquivalente Brennweite darstellen, sondern den Abstand des Bildes von der Hinterlinse des Objektives. Diese „Brennweite von der Hinterlinse" ist natürlich um mehrere Zentimeter kürzer als die äquivalente Brennweite, so wird beispielsweise vielfach die Brennweite des (normalen) Projektions-Objektives mit 9 Zentimeter angegeben, während die äquivalente Brennweite desselben tatsächlich zirka 14 Zentimeter beträgt. Derartige Angaben können natürlich zu unangenehmen Irrtümern führen, und hielten wir daher eine Bestimmung des Begriffes „Brennweite" hier am Platze. —

Das Verhältnis, welches zwischen der Größe des Lichtbildes, Abstand, Brennweite des Objektives und Format des Laternbildes besteht, ist ein sehr einfaches. Nämlich das Lichtbild ist ebensoviel Male größer als das Laternbild, wie der Abstand größer ist als die Brennweite. Ist beispielsweise der Abstand (600 Zentimeter) 40 Mal so groß wie die Brennweite (15 Zentimeter), so bekommen wir, wenn das Laternbild eine Öffnung von 7 Zentimeter hat, ein Lichtbild in der Größe $40 \times 7 = 280$ Zentimeter; die Vergrößerung ist in diesem Falle eine 40 fache.

Diese Regel habe ich noch in eine andere Fassung gebracht: Das Lichtbild ist ebensoviel Male kleiner als der Abstand, wie das Laternbild kleiner ist als die Brennweite. Zum Beispiel: Brennweite 14 Zentimeter, Laternbild (Maskenöffnung) 7 Zentimeter, das Laternbild ist also halb so groß wie die Brennweite; daraus können wir schließen: das Lichtbild ist halb so groß wie der Abstand, bei 6 Meter Abstand mithin 3 Meter, bei 8 Meter Abstand 4 Meter groß usw. Diese letztere Fassung der Regel ist sehr einfach und bequem zu einem schnellen Überschlag. Bei einer Brennweite von 15 Zenti-

meter (Laternbild 7 Zentimeter) weiß man sofort, daß das Lichtbild etwas kleiner wird als die Hälfte des Abstandes (indem eben das Laternbild, 7 Zentimeter, etwas kleiner ist als die Hälfte der Brennweite); oder bei einer Brennweite von 13 Zentimeter ist sofort ersichtlich, daß das Lichtbild etwas größer wird als die Hälfte des Abstandes, da das Laternbild (7 Zentimeter) etwas größer ist als die Hälfte der Brennweite ($^{13}/_{2} = 6\frac{1}{2}$ Zentimeter). Diese Regel gilt für jeden Fall, gleichgültig, wie groß der Abstand des Apparates von der Wand ist.

Eine weitere Frage ist die: wie groß muß der Abstand des Apparates von der Wand sein, um mit dem vorhandenen Objektiv ein Lichtbild bestimmter Größe zu erhalten? Darauf erhalten wir Antwort, indem wir die oben angeführte Regel in folgender Weise umformen: Der Abstand von der Wand ist ebensoviele Male größer als das (gewünschte) Lichtbild, wie die Brennweite des Objektives größer ist als das Laternbild. Zum Beispiel, die Brennweite sei 21 Zentimeter, Laternbild (Innenmaß) 7 Zentimeter, gewünschtes Lichtbild 3 Meter; hier ist die Brennweite (21 Zentimeter) 3 Mal so groß wie das Laternbild (7 Zentimeter), mithin müssen wir einen Abstand von $3 \times 3 = 9$ Metern nehmen, um ein 3 Meter großes Lichtbild zu erhalten.

Es bleibt noch eine dritte Frage: welche Brennweite muß das Objektiv haben, damit man auf eine gegebene Entfernung hin ein Lichtbild bestimmter Größe erhält? Diese Frage kommt in der Praxis sehr häufig vor; ihre Beantwortung ergiebt sich wiederum durch eine einfache Umformung der obigen Regel. Nämlich, die Brennweite ist ebensoviele Male größer als das Laternbild, wie der Abstand größer ist als das (gewünschte) Lichtbild. Beispielsweise soll der Apparat in einer Entfernung von 24 Metern von der Wand aufgestellt und ein Lichtbild von 4 Meter Größe erzielt werden; die Laternbilder haben das Normal-Format mit 7 Zentimeter freier Öffnung. Wir rechnen alsdann nach unserer Regel: Der Abstand (24 Meter) ist 6 Mal so groß wie das gewünschte Lichtbild (4 Meter), mithin muß die Brennweite des Objektives 6 Mal so groß sein wie das Laternbild (7 Zentimeter), also 42 Zentimeter.

Für solche, die mit dem Projektions-Apparat reisen und

bald hier, bald dort, in Räumen von stets verschiedener Ausdehnung arbeiten müssen, empfiehlt es sich, mehrere Objektive verschiedener Brennweite anzuschaffen. Der Besitzer ist in der Lage, je nach den örtlichen Verhältnissen auf kurze Distanz hin durchzuprojizieren, oder über die Köpfe des Publikums hinweg, auf größere Entfernung hin, das Lichtbild aufzuwerfen. Welches Objektiv anzuwenden ist, läßt sich leicht bestimmen. Die Brennweiten unseres Satzes seien beispielsweise 10½, 14, 21 und 28 Zentimeter (die Laternbilder haben 7 Zentimeter Öffnung); wir merken uns dann: das erste Objektiv gibt ein Bild, das $^2/_3$ so groß wie der Abstand ist, das zweite (14 Zentimeter) ein Bild von ½ des Abstandes, das dritte (21 Zentimeter) ein Bild von $^1/_3$ des Abstandes und das vierte ein solches von ¼ des Abstandes. Um nun auf 6 Meter Distanz ein 4 Meter großes Lichtbild zu erhalten, also ein Bild, das $^2/_3$ des Abstandes mißt, ist das erste Objektiv von 10½ Zentimeter Brennweite anzuwenden; will man andrerseits auf 16 Meter Entfernung ein 4 Meter großes Bild werfen, so ist, wie leicht ersichtlich, das letzte Objektiv von 28 Zentimeter Brennweite am Platze.

Es ist hier noch zu berücksichtigen, daß der Abstand (des Apparates zur Wand) vom Objektiv an zu messen ist; wenn es sich also um einen Überschlag für den nötigen Raum handelt, so muß der Platz für den Apparat selbst in Rechnung gezogen werden; besonders wichtig ist das beim „Durchprojizieren“, wo der Raum oft knapp bemessen ist. Wenn eine Bühne zum Beispiel 4 Meter tief ist, so kann man nur mit 3½ Metern rechnen, indem für den Apparat etwa ein halbes Meter erforderlich ist.

Zum Schluß sei hier noch bemerkt, daß die gegebenen Regeln nicht absolut genau sind, jedoch für die Praxis völlig ausreichen. Für diejenigen Leser, die sich dafür interessieren, will ich einen einfachen Weg angeben, wie man ohne Anwendung von Formeln in jedem Falle das genaue Resultat finden kann. Die Größe des Lichtbildes zunächst ist in Wirklichkeit um ein Stück so groß wie der Durchmesser des Laternbildes (also meist 7 Zentimeter) kleiner, als wie man sie nach der oben angegebenen Regel findet. Es sei beispielsweise die Objektiv-

Brennweite 14 Zentimeter, der Abstand 6 Meter; daraus folgt die Regel: das Lichtbild wird 3 Meter groß. In Wirklichkeit jedoch wird das Bild 2,93 Meter groß. Bei 10 Meter Abstand bekommen wir ein 4,93 Meter (satt 5 Meter) großes Bild. Der Fehler, den man bei der Anwendung meiner Regel macht, kommt also kaum in Betracht. Im übrigen muß derjenige, welcher von dieser genauen Berechnung Gebrauch machen will, vor allem zunächst die äquivalente Brennweite des Objektives sehr genau bestimmen.

Bei der Feststellung des Abstandes des Apparates von der Wand macht man auch nur einen kleinen Fehler, wenn man die obige Regel benutzt. In Wirklichkeit ist der Abstand nämlich um ein Stück, so lang wie die Brennweite des Objektives, größer. Die Regel gibt zum Beispiel an, daß bei einer Brennweite von 14 Zentimeter und einer Bildgröße von 3 Metern der Abstand 6 Meter beträgt; ganz genau ist er nun 6,14 Meter.

Will man schließlich die Brennweite des Objektives, welches zur Erzielung eines Bildes bestimmter Größe auf eine gegebene Distanz hin erforderlich ist, ganz genau ermitteln, so hat man bei der nach der oben angegebenen Regel auszuführenden Berechnung zu der Bildgröße noch die Größe des Laternbildes (7 Zentimeter) hinzuzuzählen. Wir wollen beispielsweise auf 3 Meter Entfernung ein 1,50 Meter großes Bild haben wir müssen nun statt 1,50 Meter einsetzen: 1,57 Meter, und finden jetzt: der Abstand (3,00 Meter) ist 1,91 mal größer als das Bild (1,57 Meter); mithin wird die Brennweite genau $7 \times 1{,}91 = 13{,}4$ Zentimeter sein müssen. Nach der einfachen Regel würden wir die Brennweite zu 14 Zentimeter berechnen. Der Fehler, den man bei Verwendung der oben aufgestellten Regel macht, ist übrigens um so kleiner, je weiter der Abstand des Apparates von der Wand ist.

Die beigegebene Tabelle gibt für verschiedene Brennweiten und Abstände die Größe des Lichtbildes an; sie möge denen, die Berechnungen scheuen, als Anhalt dienen.

Für das Projizieren mit dem Kinematograph gelten genau die selben Regeln, nur ist hier das Bild (auf dem Filmband) kleiner, als bei der gewöhnlichen Projektion. Neuerdings hat man für

Abstand des Apparates von der Wand in Metern.	Äquivalente Brennweite des Objektives in Zentimetern.								
	10,5	14	17½	21	24½	28	31½	35	38½
	Durchmesser des Bildes auf der Wand in Metern. (Öffnung des Laternbildes = 7 cm.)								
3	2	1,5	1,2	1	0,8	0,7	0,6	—	—
3,5	2,3	1,7	1,4	1,1	1	0,8	0,7	0,6	—
4	2,6	2	1,6	1,3	1,1	1	0,8	0,7	0,7
4,5	3	2,2	1,8	1,5	1,2	1,1	1	0,9	0,8
5	3,3	2,5	2	1,7	1,4	1,2	1,1	1	0,9
6	4	3	2,4	2	1,7	1,5	1,3	1,2	1
7	4,6	3,5	2,8	2,3	2	1,7	1,5	1,4	1,2
8	5,3	4	3,2	2,6	2,2	2	1,7	1,6	1,4
10	6,6	5	4	3,3	2,8	2,5	2,2	2	1,8
12	8	6	4,8	4	3,4	3	2,6	2,4	2,1
15	10	7,5	6	5	4,2	3,7	3,3	3	2,7
20	13,3	10	8	6,6	5,7	5	4,4	4	3,6
25	16,6	12,5	10	8,3	7,1	6,2	5,5	5	4,5

die Projektion auch ein Instrument hergestellt, das dem Teleobjektiv des Photographen nachgebildet ist und gestattet, von einem und demselben Standpunkte aus, Lichtbilder verschiedener Größe zu entwerfen. Es besteht aus einem gewöhnlichen Projektionsobjektiv von beispielsweise 15 Zentimeter Brennweite, das auch für sich allein gebraucht werden kann, und einem anschraubbaren Rohrstück mit negativem Linsenelement, wie es in Fig. 20 veranschaulicht ist. Die Brennweite wird dadurch verlängert und beispielsweise auf 25 Zentimeter gebracht. Bringt man nun das Negativelement mittelst des Triebes noch näher an das Objektiv heran, so verlängert sich die Brennweite nach und nach bis auf 50 Zentimeter.

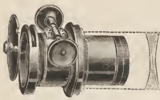


Fig. 20. *Objektiv mit verschiedenen Brennweiten.*

Die Aufstellung des Projektions-Apparates.

Eine sehr häufig gestellte Frage müssen wir hier zuerst erörtern: was ist besser und empfehlenswerter, aufzuprojizieren oder durchzuprojizieren? — Mit ja oder nein läßt sich diese Frage nicht beantworten, da hier verschiedene Punkte zu berücksichtigen sind. Beim Durchwerfen des Bildes hat man unzweifelhaft Lichtverlust, indem der transparente Stoff Licht „schluckt"; wenn man daher möglichst alles Licht ausnutzen will, tut man gut, das Bild aufzuwerfen, falls dem nichts im Wege steht. Dabei soll man aber nicht vergessen, daß auch beim Aufprojizieren viel Licht verloren geht, wenn man einen lichtdurchlässigen Schirm verwendet; nur eine sogenannte Reflexwand, am besten aber eine weißgetünchte Mauer, gibt alles Licht wieder. Haben wir uns nun dazu entschlossen, aufzuprojizieren, so kommt die Frage: wo soll der Apparat aufgestellt werden: im Publikum oder dahinter? Man wird sagen: „hinter dem Publikum, denn wenn der Apparat zwischen den Zuschauern steht, so ist das störend". Recht so, besonders für öffentliche Vorführungen vor einem fremden Publikum. Es gibt

nun Fälle, wo es doch angebracht oder gar erforderlich ist, den Apparat zwischen den Zuschauern aufzustellen. Beispielsweise, wenn der Vortragende genötigt ist, das Skioptikon selbst zu bedienen, und gleichzeitig gezwungen ist, selbst so zu stehen, daß er von allen gut gehört wird. Das ist oft der Fall in Schulen und Vereinen.

Soll über das Publikum hinweg projiziert werden, so ist dabei zu berücksichtigen, ob die Lichtquelle auch auf die Entfernung hin gut trägt; denn für große Distanzen muß man kräftige Lichtquellen haben, wie elektrisches Licht oder Kalklicht. In einem 30 Meter tiefen Saale empfiehlt es sich z. B. nicht, mit einem Skioptikon, welches Azetylen-Beleuchtung hat, überzuprojizieren; den Apparat mitten im Publikum aufzustellen, hat natürlich seine Schattenseiten, besonders da hinter dem Apparat viel Platz für Zuschauer verloren geht. Ein Ausweg ist dann da, daß man den Apparat zu einer Seitenwand herüberrückt und auch den Schirm nach dieser Seite schiebt.

Wo eine Bühne vorhanden ist, wie in den meisten größeren Sälen, wird in der Regel durchprojiziert. Auf der Bühne ist übrigens auch, wenn Gas oder elektrischer Strom vorhanden ist und für den Apparat benutzt werden soll, stets am leichtesten ein Anschluß an die Leitung zu bekommen. Sehr häufig haben die Bühnen eine geringe Tiefe, sodaß man nicht die hinreichende Entfernung hat, um das Bild in der geeigneten Größe aufwerfen zu können. Man hilft sich dann in der Weise, daß man die Wand vor der Bühne, in den Saal hinein, aufstellt.

Beim Durchprojizieren macht sich zuweilen ein Übelstand bemerkbar, dessen wir hier gedenken wollen: das ist ein störender, greller Lichtfleck in der Mitte des Bildes. Um diesen Lichtpunkt zu vermeiden, muß man dafür Sorge tragen, daß die zentralen Strahlen des Skioptikons, welche vom Objektiv gegen die Mitte der Wand gerichtet sind, in ihrer Verlängerung (durch die Wand hinweg) nicht in die Augen der Zuschauer treffen, sondern über die Köpfe derselben hinweggehen. Steht beispielsweise der Apparat in gleicher Höhe mit dem Publikum, so ist zu befürchten, daß die genannten Zentralstrahlen, welche intensiver sind als die schrägen Strahlen, durch die

angefeuchtete Wand hindurch in die Augen der Zuschauer dringen; in dem Falle tut man gut, das Skioptikon etwas aufwärts zu neigen. Meistens ist die Bühne ein gut Stück höher als der Zuschauerraum, und die störende Erscheinung des Lichtfleckes ist nicht zu befürchten, wenn man den Apparat nicht abwärts neigt.

Eine weitere Frage ist hier noch zu behandeln: Wie groß soll das Lichtbild gemacht werden? — In erster Linie sollen alle Zuschauer das Bild möglichst gut sehen, auch die entfernt sitzenden; das Bild darf also nicht zu klein sein. Andrerseits sollen alle Zuschauer das Bild gut übersehen können. Dazu muß aber die Entfernung der ersten Sitzreihe von der Projektionswand mindestens das Doppelte, besser das Dreifache sein, als das Bild im Durchmesser mißt; mithin darf das Lichtbild auch nicht zu groß entworfen werden. Viele meinen, die Wirkung sei um so größer, je größer die Lichtbilder seien, oder sie denken doch, durch „Riesenprojektionen" dem Publikum imponieren zu können. Wer einmal als Zuschauer in einer der ersten Reihen gesessen hat und sich den Hals ausrecken mußte, um die einzelnen, in dieser Nähe unscharf erscheinenden Teile des Bildes nach und nach zu sehen, der weiß, wie wenig dem Publikum mit solch' riesigen Lichtbildern gedient ist. Die Größe des Bildes ist nach der Größe des Raumes zu bemessen. Für kleinere Kreise — Familien, kleinere Vereine und teilweise auch Schulen — ist ein Bild von anderthalb bis zwei Meter Größe vollständig ausreichend; für Säle mittlerer Größe genügt ein drei bis vier Meter großes Bild, nur in sehr großen Sälen ist es angebracht, auf 5 Meter und darüber zu gehen.

Selbstverständlich muß die Lichtquelle um so kräftiger sein, je größer das Bild werden soll. Ist man auf eine bestimmte schwächere Lichtquelle angewiesen, so mache man damit lieber ein kleines, gut beleuchtetes Lichtbild als ein großes, schlecht beleuchtetes.

Was nun die Aufstellung des Apparates angeht, so sind in dem vorigen Kapitel die Regeln angegeben, mittelst der man den Abstand zwischen Apparat und Wand bestimmen kann; dieselben sind von Wichtigkeit besonders für den Fachmann,

der heute hier, morgen dort, in Räumen von stets verschiedener Größe, projizieren muß. Wenn man nun auch mit Hilfe der Regeln den Standpunkt des Apparates ganz genau festlegen kann, so bestimmt man doch in der Praxis zunächst nur die ungefähre Stellung und sucht den richtigen Punkt erst kurz vor der Vorführung (oder bei der Probe) — durch Vor- und Zurückschieben — auf, nachdem die Lichtquelle in Tätigkeit gesetzt ist.

Ein sehr einfaches Verfahren, welches ermöglicht, den genauen Ort der Aufstellung von vornherein ohne Berechnung ausfindig zu machen, gibt Hans Schmidt an. Es beruht darauf, daß die Projektionslaterne zum Teil nichts anderes ist, als eine photographische Kamera. Man nimmt die Lampe aus dem Apparat heraus, so daß man durch das Gehäuse direkt auf den Kondensor sehen kann, und setzt in den Bildhalter an Stelle des Laternbildes eine Mattscheibe ein, auf welche die Größe des zu projizierenden Glasbildes (Innenmaß des Maskenausschnittes) mit Bleistift aufgezeichnet oder auch eine Maske aufgeklebt ist. Nachdem nun die Wand aufgespannt ist, taxiert man ungefähr die Distanz, in der der Apparat aufzustellen ist, bringt ihn dorthin, und stellt, durch das Gehäuse blickend, das Objektiv auf die Mattscheibe scharf ein. Man erhält auf der Mattscheibe ein Bild von der Projektionswand; ist nun dieses Bild kleiner als der Maskenausschnitt, so steht der Apparat zu weit, wir müssen ihn vorrücken, resp. die Wand zurückschieben, bis das Bild des Schirmes auf der Mattscheibe genau das markierte Format ausfüllt. Erscheint anderseits nur ein Teil des Schirmes auf der Einstellscheibe, so müssen wir soweit mit dem Apparat zurückrücken, bis alle Kanten der Leinwand in der eingerahmten Fläche sichtbar werden, da sonst das Lichtbild zu klein ausfallen wird.

Wenn nun die richtige Distanz gefunden ist, bringt man durch Neigen des Apparates das Bild des Schirmes so auf die Mattscheibe, daß der Mittelpunkt der Projektionswand sich mit dem Mittelpunkt der Mattscheibe deckt. Man kennzeichnet dazu die Mitte der Leinwand durch ein Stück schwarzes Papier, daß mit einer Stecknadel befestigt wird; es dient gleichzeitig zum Scharfeinstellen des Objektives.

Dieses Verfahren gibt übrigens gleichzeitig darüber Aufschluß, ob irgend ein Gegenstand in das die Projektion ausführende Lichtbüschel hineinragt oder nicht. Ist nämlich bei der Einstellung auf der Mattscheibe kein störender Gegenstand zu sehen, so ist auch bei der späteren Projektion die Fläche nicht durch den Schatten irgendwelchen Gegenstandes bedeckt. Sieht man aber schon auf der Mattscheibe den Arm eines Kronleuchters usw. in das Feld des Schirmes hineinragen, so ist dieser Gegenstand auch für die nachfolgende Projektion hindernd und muß deshalb beseitigt werden.

Wie man sich durch Versuch leicht überzeugen kann, darf der Apparat nicht schief gegen die Wand gerichtet sein; denn dann wird das Bild verzerrt und an einer Seite unscharf. Eine geringe Neigung (bis zu 10 Grad) ist indessen zulässig. Ist man gezwungen, den Apparat unter einem stärkeren Winkel gegen die Wand aufzustellen (beispielsweise, wenn man von der Galerie aus nach unten projizieren muß), so neige man die Wand entsprechend, damit die oben angegebenen Fehler vermieden werden.

Der Projektions-Apparat und die Lichtquellen.

Die Bauart des Skioptikons.

Die wesentlichen Bestandteile des Projektions-Apparates sind Lichtquelle und optisches System; diese sind es eben, die das Lichtbild erzeugen. Die übrigen Teile des Apparates dienen lediglich dazu, die Lichtquelle unterzubringen, die Linsen in der richtigen Stellung zu halten und die zu projizierenden Gegenstände aufzunehmen. Je nach den Anforderungen, die an den Projektions-Apparat gestellt werden, ist dieser einfacherer oder komplizierterer Konstruktion; im wesentlichen kann man unterscheiden solche Apparate, die lediglich zur Projektion von Glasbildern dienen, sowie solche, die außerdem auch zur Projektion wissenschaftlicher Experimente bestimmt sind. Letztere werden wir in einem späteren Abschnitt behandeln und uns hier zunächst mit den meist zur Verwendung kommenden Skioptikons für Glasbilder-Projektion beschäftigen; von einer detaillierten Beschreibung der verschiedenen Konstruktionen müssen wir aber, um nicht zu weitschweifig zu werden, absehen; man findet solche ja ohnehin in den Katalogen.

Zur Aufnahme der Lichtquelle ist bei jedem Projektions-Apparat ein Gehäuse vorgesehen. Oben ist eine Öffnung für den Kamin-Aufsatz, rückwärts eine Tür, die sich nach der Seite oder nach oben hin öffnen läßt; bei vielen Apparaten auch an einer oder beiden Seiten eine Tür mit blauem Fensterchen zum Beobachten der Lichtquelle. Vorne ist ein Blechring, in den der Kondensor eingeschoben wird.

Das Gehäuse ist meist aus Stahlblech gefertigt, nur bei minderwertigen Apparaten aus lackiertem Weißblech. Teuere Apparate sind vielfach mit einem Holzgehäuse ausgestattet; letzteres ist zum Schutz gegen Erhitzung mit Asbest ausgekleidet und mit einem Stahlblecheinsatz versehen, derart, daß zwischen Blech- und Holzwand ein Kanal gebildet wird, worin stets kalte Luft von unten nach oben aufsteigt. Wenn eine derartige Einrichtung fehlt, so ist die Holzwand der Hitze zu sehr ausgesetzt. Im übrigen soll das Gehäuse, namentlich bei einem Holz-Apparat, hinreichend geräumig sein, entsprechend der Hitzeentwickelung der Lichtquelle.

Vor dem Gehäuse befindet sich die Bildbühne, in die der Bildhalter eingeschoben wird; er wird darin durch Federn gehalten und gegen den Kondensor hin gedrückt. An einem verschiebbaren Tubus vor der Bildbühne ist das Projektions-Objektiv angebracht.

Die Bauart des Apparates, speziell des Gehäuses, ist häufig der Lichtquelle angepaßt, die darin verwendet werden soll; namentlich findet man das bei älteren Petrol-Skioptikons. Die meisten Apparate sind indes jetzt so gebaut, daß sie mit verschiedenen Lichtquellen, wenn nicht allen, verwendet werden können.

Bei sehr intensiver Lichtquelle, wie Bogenlicht von hoher Stromstärke, ist die Verwendung eines Kühltroges zum Schutze der Glasbilder angebracht, besonders dann, wenn die Bilder lange im Apparat stehen bleiben. Befindet sich der Kühltrog vor dem Kondensor, so muß dieser entsprechend größer im Durchmesser sein, damit die Bilder voll beleuchtet werden. Zweckmäßiger ist eine Anordnung, wo der Kühltrog zwischen die beiden Linsen des Kondensors gestellt ist; man braucht hier keine größeren Linsen als sonst, ferner gehen die Lichtstrahlen senkrecht durch die Flüssigkeit, so daß keine Strahlenbrechung stattfinden kann, und schließlich ist der Kühltrog hier weiter von der Einstellebene entfernt, so daß irgendwelche Unreinlichkeiten oder Luftblasen weniger störend sind. Früher wurde als hitze-absorbierende Flüssigkeit meist eine Alaunlösung benutzt; diese hat jedoch den Nachteil, daß sich das

Alaun niederschlägt und eine harte, schwer zu entfernende Kruste bildet. Neuerdings wird vielfach Glyzerin als Ersatz vorgeschlagen; dies absorbiert auch die Hitzstrahlen vorzüglich. Das einfachste Mittel bleibt indes abgekochtes Wasser. Projiziert man lange und ist die Lichtquelle sehr intensiv, so tut man gut, eine zweite Küvette in Reserve zu halten, für den Fall gerüstet zu sein, daß das Wasser ins Kochen gerät. Über-

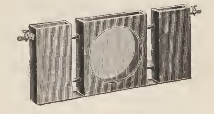


Fig. 21 Kühltrog.

flüssig wird dies bei Anwendung der von Oberingenieur Ruppert angegebenen Kühlküvette mit seitlichen Zirkulationsgefäßen (vgl. Fig. 21), die ständig eine Abkühlung der Flüssigkeit bewirken. Man kann durch den Kühltrog auch fortwährend Wasser hindurchlaufen lassen, indem man dies von der Wasserleitung oder einem Vorratsbehälter her mittelst Schlauch und Röhrchen auf der einen Seite zum Boden der Küvette führt, während man es auf der anderen Seite durch ein oben angebrachtes Hähnchen und Schlauch in einen Eimer ableitet.

Die Petrol= oder Skioptikon=Lampe.

Im Projektions-Apparat kommen zwei Arten von Petrolbrennern zur Verwendung: Rundbrenner und Flachbrenner; letztere meist mit 2, 3 oder 4 Dochten. Rundbrenner mit einem Docht findet man in billigeren Petrol-Skioptikons; wesentlich lichtstärker ist der Dreidocht-Rundbrenner. Bei diesem Brenner werden drei Dochte, die in getrennter Führung laufen, zu einem Runddocht vereinigt, und sind zwischen den drei Dochtführungen Luftschächte vorgesehen, so daß hier die Luftspeisung eine bedeutend bessere ist als beim gewöhnlichen Rundbrenner, der nur eine Luftöffnung hat. Alle drei Dochte werden mittelst eines einfachen, sinnreichen Mechanismus durch einen einzigen Trieb auf und nieder bewegt, und ist daher die Handhabung des Brenners sehr einfach. Eine wesentliche Erhöhung der Leuchtkraft der Rundbrenner wird durch den Doppelkamin erzielt. Dieser Kamin, der den Lichtabschluß des Skioptikons nach oben bewirkt, vermeidet, daß die nach oben steigende Luft des Apparat-Gehäuses schädlich auf die abziehenden Gase des Brenners drückt, bewirkt vielmehr, daß diese fördernd mitarbeitet. Ein inneres, enges Rohr nämlich, das oben in ein weiteres kesselartiges Rohr mündet, umschließt den Zylinder und dient als Abzug der Brennergase; die heiße Luft des Skioptikons dagegen zieht zwischen den inneren und einem äußeren, oben mit seitlichen Öffnungen versehenem Rohre ab und erwärmt dabei das darüber liegende Kesselrohr, so daß infolge des hier erzeugten luftverdünnten Raumes eine verstärkte Luftansaugung im Brenner stattfindet, die eine Erhöhung der Leuchtkraft zur Folge hat. Wer ein mit einem solchen Doppel-

kamin ausgerüstetes Skioptikon besitzt, kann leicht deren Wirkung konstatieren durch die verminderte Leuchtkraft, die eintritt, wenn der Kamin entfernt wird. Was weiter unten bezüglich des Petroleums, der Dochte, sowie der Reinhaltung des Brenners gesagt ist, gilt auch für die Rundbrenner-Lampen.

Der Flachbrenner oder die sogenannte Skioptikonlampe, wie eine solche hier abgebildet ist, besteht zunächst aus einem flachen, viereckigen Petroleumbehälter. Er faßt soviel Petroleum, als für ein paar Stunden ausreichend ist. Das Petroleum wird eingegossen durch einen Hals, dessen Öffnung sich durch eine Schraube schließen läßt. Mitten auf den Behälter sind nebeneinander die Dochtführungen — 3 bis 5 an der Zahl —

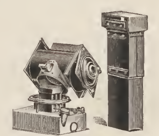


Fig. 22. Dreidochtige Lampe.

angebracht, die die 4 oder 5 cm breiten Dochte fassen. Die Führungen sind nach oben hin etwas gegeneinander geneigt, so daß die Flammen gegeneinander geleitet werden. Das Höher- und Tieferdrehen der Dochte geschieht mit Hilfe von Schrauben an der Rückseite der Lampe. Der Zwischenraum zwischen den Dochten ist geschlossen durch ein Blech, das vielfach durchbohrt ist, um Luft zutreten zu lassen.

Die Flammenkammer oder der Brennerkasten wird gebildet durch einen Stahlblechzylinder; er ist unten am Petroleumbehälter mittelst eines Scharniers befestigt und läßt sich nach der Seite umklappen. Vorne und hinten ist die Flammenkammer durch Glasscheiben geschlossen; diese verhindern den Luftzutritt von der Seite. Die Gläser dürfen nicht fehlen,

da sonst die Flamme schwalcht. Außerdem dient die vordere Glasscheibe zum Schutze des Kondensors — um ihn nämlich vor zu starker Erhitzung und damit vor dem Zerspringen zu bewahren.

Hinter der Glasscheibe an der Rückseite befindet sich ein Reflektor, der die Wirkung des Lichtes verstärken soll. In der Mitte desselben ist ein kleines Fenster mit einem gefärbten Glase angebracht, wodurch man jederzeit das Licht beobachten kann, ohne die Augen anzustrengen.

In der Flammenkammer befindet sich eine Kappe, die über die Dochte gestülpt wird; sie hat in der Mitte eine längliche Öffnung, durch welche die flachen Flammen herausbrennen. Die Vorrichtung hat den Zweck, die äußeren Flammen gegen die mittleren zu leiten, die Flammen, die von unten her (aber auch bloß von dort her) in ausgiebiger Weise mit Luft gespeist werden, einzuschnüren und so die Intensität des Lichtes auf einen möglichst kleinen Raum zu vereinen.

Auf die Flammenkammer wird ein Schornstein aufgesetzt; er sorgt für gehörigen Luftzug und besteht aus zwei oder mehr Teilen, die ineinander gleiten. Je weiter die Teile auseinandergezogen werden, um so mehr Zug hat die Flamme. Oben auf dem Schornstein befindet sich ein Deckel; er sperrt die Lichtstrahlen ab, ohne jedoch dem Luftzug Eintrag zu tun.

Bei den besseren, vierdochtigen Skioptikon-Lampen ist oben noch eine verstellbare Klappe vorgesehen, die zur feinen Regulierung des Luftzuges dient.

Die Skioptikonlampe wird von hinten her in den Apparat eingeschoben; sie hat unten zu beiden Seiten eine schmale Blechleiste; diese läuft in einer entsprechenden Führung am Boden des Skioptikons.

Die Handhabung der Skioptikonlampe.

Die Handhabung der Skioptikonlampe ist zwar sehr einfach, erfordert aber immerhin einige Sorgfalt. Vor allem ver-

wende man nur gutes P e t r o l e u m. Man begnüge sich nicht damit, solches im Laden zu verlangen, sondern überzeuge sich auch davon. Gereinigtes Petroleum ist durchsichtig und farblos, im reflektierten Licht hat es einen bläulichen Stich.

Beim Eingießen achte man darauf, daß nichts übergeschüttet wird; man tut gut, einen Trichter zu benutzen. Nach dem Füllen wird der Deckel fest aufgeschraubt und die Lampe mit einem trockenen Lappen sorgsam rein geputzt. Falls dies unterbleibt, so darf man sich nicht wundern, wenn sich während der Vorstellung ein unangenehmer Geruch bemerkbar macht: die Lampe wird allmählich heiß, und wenn sich irgendwo etwas Petroleum angesetzt hat — sollte es auch nur sehr wenig sein — so wird es verflüchtigt.

Die D o c h t e erfordern eine sorgsame Behandlung. Das Einsetzen der Dochte geschieht derart, da man sie in die Führung hineinsteckt, bis sie in das Triebwerk kommen, und dann herunterdreht. Sollte einmal unvorsichtigerweise ein Docht ganz in den Behälter geraten, so fischt man ihn mit einem krummen Draht heraus; die Öffnung ist hinreichend groß dazu.

Zum Beschneiden verwende man eine sehr scharfe Schere. Man dreht den Docht so tief herunter, daß er eben noch über die Führung herausragt, und schneidet alsdann den schwarzen Teil mit einem Schnitt ab, läßt aber noch einen angebrannten Rand stehen, weil sich der Docht so besser entzündet. Der Schnitt muß ganz gleichmäßig sein, kein Fädchen darf stehen bleiben, sonst erhält man eine unregelmäßige, gezackte Flamme. Darauf dreht man den Docht 3 bis 5 mm heraus und schrägt die beiden Ecken ab, so daß die obere Kante folgende Form hat:

Zweckmäßig benutzt man dazu die Skioptikon-Dochtschere, die den Docht in seiner ganzen Länge mit einem

Schnitt schneidet und ihm sofort die gewünschte Form (mit abgeschrägten Ecken) gibt.

Man achte darauf, daß die Dochtreste und abgeschnittenen Fädchen gut entfernt werden und sich nicht an den Dochten festsetzen oder in den Raum zwischen den Dochten fallen.

Neue Dochte lassen sich meist schlecht scharf schneiden. Man zündet dann den Docht an, läßt ihn eine kurze Zeit brennen, damit er gut durchsaugt, löscht aus und schneidet, wie eben beschrieben, die schwarze Partie ab. Das Schneiden geht jetzt leichter, weil die Fäden besser zusammenhalten. Ein guter Docht, gut behandelt, hält sehr lange. Es ist auch keineswegs nötig, ihn jedesmal vor dem Gebrauche zu beschneiden; wenn er einmal beschnitten ist, genügt es meist, mit einem Lappen darüber zu gehen oder mit dem Daumen die verkohlten Enden abzustreichen. Man achte darauf, daß der Docht noch lang genug ist; nötigenfalls ersetze man ihn rechtzeitig durch einen neuen. Alte Dochte werden hart und verlieren die Fähigkeit, Petroleum aufzusaugen.

Nach der Vorstellung wird das Petroleum völlig abgeschüttet; die Dochte werden wieder angezündet und man läßt sie ganz ausbrennen. Die verkohlten Enden reibt man etwas ab. Gut ist es, die Dochte dann noch herauszunehmen, zu trocknen und erst kurz vor der nächsten Vorstellung wieder einzusetzen.

Das Anzünden der Skioptikonlampe geschieht am besten etwa 10 Minuten vor Beginn der Vorstellung. Man klappt die Flammenkammer um, dreht die Dochte ganz niedrig und zündet sie an. Zum Anzünden bediene man sich lieber eines Wachsstreichhölzchens oder eines Holzspahnes; die gewöhnlichen Streichhölzchen und auch brennendes Papier werfen leicht Kohle ab, die dann gerne zwischen die Dochte fällt und den Luftzutritt erschwert. Man achte stets darauf, daß der Zwischenraum zwischen den Dochtführungen sauber ist.

Man tut gut, das Anbrennen, ebenso wie das Füllen des Petroleumbehälters, in einem anderen Raume (etwa auf dem Flur) vorzunehmen. Selbst wenn die Lampe sehr sorgfältig

gereinigt ist, kann noch etwas Petroleumschmutz daran sitzen; diesen lasse man sich erst draußen völlig verflüchtigen.

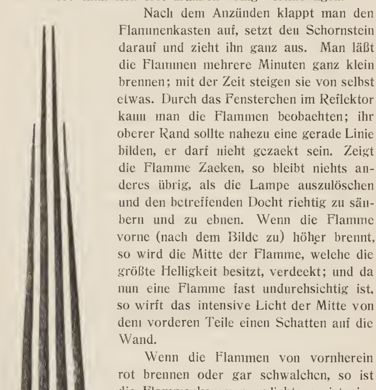


Fig. 23.
Die Flammen einer vierdochtigen Skioptikonlampe.

Nach dem Anzünden klappt man den Flammenkasten auf, setzt den Schornstein darauf und zieht ihn ganz aus. Man läßt die Flammen mehrere Minuten ganz klein brennen; mit der Zeit steigen sie von selbst etwas. Durch das Fensterchen im Reflektor kann man die Flammen beobachten; ihr oberer Rand sollte nahezu eine gerade Linie bilden, er darf nicht gezackt sein. Zeigt die Flamme Zacken, so bleibt nichts anderes übrig, als die Lampe auszulöschen und den betreffenden Docht richtig zu säubern und zu ebnen. Wenn die Flamme vorne (nach dem Bilde zu) höher brennt, so wird die Mitte der Flamme, welche die größte Helligkeit besitzt, verdeckt; und da nun eine Flamme fast undurchsichtig ist, so wirft das intensive Licht der Mitte von dem vorderen Teile einen Schatten auf die Wand.

Wenn die Flammen von vornherein rot brennen oder gar schwalchen, so ist die Flammenkammer undicht; es ist eine der Hartglasscheiben entzwei, fehlt oder sitzt nicht schließend in ihrem Rahmen.

Nach Verlauf von einigen Minuten, wenn das Metall durch und durch erwärmt ist, dreht man zunächst die äußeren Flammen etwas höher, die dann allmählich auch die mittleren in die Höhe ziehen. Nach und nach schraubt man die Dochte immer weiter heraus — so weit als es geht, ohne daß die Flammen rauchen. Die mittleren Flammen müssen alsdann etwas höher brennen als die äußeren. In umstehender Abbildung sind die Flammen einer vierdochtigen Skioptikonlampe in natürlicher

Größe dargestellt (Fig. 23). Hat die Lampe am Kamin eine Regulationsklappe, so siehe Näheres darüber weiter unten.

Die Flammen sollen ganz weiß und gleichmäßig sein; wenn sie an den Rändern rot erscheinen, so sind die Dochte zu hoch. Man muß sie dann etwas niedriger drehen, sonst gibt es Schwalch.

Man beachte: durch Rechtsdrehen macht man die Flammen höher, durch Linksdrehen kleiner. Wenn die Flammen richtig reguliert sind, brennen sie lange Zeit sehr gleichmäßig.

Während der Vorstellung muß man von Zeit zu Zeit nach dem Lichte sehen und, wenn nötig, die Flammen regulieren. Hauptsache ist guter Luftzug, und dazu gehört, daß hinreichend frische Luft im Zimmer vorhanden ist. Wenn das (wie leider oft) nicht der Fall ist, so macht sich dieser Mangel bald recht unangenehm bemerkbar: wir bekommen mehr Rauch wie Licht. Die einzige Rettung ist: Tür oder Fenster auf, das wirkt oft wie ein Wunder.

Niemals sollte man während der Vorstellung (etwa in einer Pause) die Flammen klein brennen lassen. Denn die Verbrennung ist alsdann sehr mangelhaft; ein Teil des Petroleums verdampft ohne zu verbrennen und verbreitet einen unerträglichen Geruch.

Nach der Vorstellung ist der Petroleumbehälter zu entleeren und die Dochte sind wieder anzuzünden, damit alles Petroleum, was noch darin ist, aufgebrannt wird. Die Lampe darf erst kurz vor der nächsten Vorstellung wieder mit Petroleum gefüllt werden.

Das Entleeren des Petroleumbehälters direkt nach dem Gebrauche und das Ausbrennen der Dochte sollte man niemals versäumen. Wenn das Petroleum im Behälter bleibt, so saugt es sich immer weiter die Dochte hinauf, verdunstet oben und breitet sich nebelartig über das ganze Instrument aus. So wird die ganze Lampe mit einer dünnen Petroleumschicht belegt, die sich noch mit Staub vermischt und bei der nächsten Vorstellung, sobald die Lampe erhitzt ist, verflüchtigt und einen widerwärtigen Geruch verbreitet. Daher lasse man

niemals Petroleum in der Lampe und in den Dochten, wenn der Apparat nicht in Gebrauch ist. Auch sollte die Lampe, wie das Skioptikon, stets, ehe es weggestellt wird, gut gereinigt werden. Es ist eine kleine Mühe, die sich aber reichlich lohnt.

Nun aber noch ein Wort über den Kamin der Skioptikonlampe. Dieser ist nämlich von großer Bedeutung, da er dem Brenner den richtigen Luftzug gibt. Bei zusammengeschobenem Kamin schwalcht die Flamme, weil der Luftzug zu gering ist; je weiter man den Schornstein auszieht, desto besser wird der Zug. Macht man nun den Kamin durch weitere Zwischenstücke noch länger, so bekommt man einen zu starken Luftzug; einzelne Dochte, besonders die mittleren, brennen nicht mehr ordentlich, wie man sie auch schrauben mag, die Flammen heben sich von den Dochten hinweg und sind unten blau gefärbt. Wer zwei Skioptikonlampen hat, kann dies leicht ausprobieren, indem er alle Kamin-Zwischenstücke auf eine Lampe setzt.

Ein langer Kamin ist an und für sich kein Fehler — im Gegenteil zweckmäßig; nur muß der zu starke Luftzug entsprechend gedämpft werden. Es ist gerade wie beim Ofen. In der Ofenröhre ist ein Schieber, der den Zug dämpft; durch Hineinstecken oder Herausziehen des Schiebers hat man es in der Hand, den Ofen klein brennen zu lassen oder stark zu heizen. Nimmt man den Schieber ganz aus der Ofenröhre heraus, so kann es passieren, daß das Feuer in den Kamin fliegt, besonders wenn dieser sehr lang ist.

Die Lampen der besseren Skioptikons haben, wie bereits oben erwähnt, meist eine Regulation für den Luftzug. Bei den einfacheren Projektions-Laternen fehlt diese Einrichtung; hier ist die Länge des Kamins und seine Öffnung so bemessen (oder soll es wenigstens sein), daß bei vollem Auszug der Luftzug richtig ist. Wird der Zug in einer solchen Lampe einmal durch äußere Umstände verringert oder zu sehr befördert, so hat man keine Abhilfe. Es erscheint also vorteilhaft, wenn die Lampe mit einer Regulation versehen ist. Die Regulation besteht in weiter nichts, als in einem verstellbaren Schieber oder einer Klappe oben unter dem Kaminende; sie läßt sich dort

leicht anbringen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß der Kamin bei offener, hochgestellter Klappe (resp. Schieber) einen überstarken Zug geben muß. Der Kamin muß daher, wenn eine Regulation daran angebracht wird, in der Regel durch ein Zwischenstück verlängert werden. Durch einen kurzen breiten Kamin kann man zwar auch einen überstarken Zug erhalten; wir müssen indeß dem Kamin schon deshalb eine gewisse Länge geben, damit die Flamme nicht oben gegenschlägt und rußt.

Man verfährt nun beim Anzünden dieser regulierbaren Skioptikonlampe ebenso wie oben beschrieben; die Klappe muß dabei von vornherein ganz offengestellt sein. Da man hier nun überstarken Luftzug hat, müssen die (anfangs etwa 1 cm hochgestellten) Flammen oben weiß, unten blau gefärbt sein. Ist die Lampe nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten gut vorgewärmt, wobei die Flammen anwachsen, so drosselt man durch Herunterstellen der Klappe den Luftzug etwas ab; alsbald steigen die Flammen. Durch weiteres Regulieren der Klappe gibt jetzt die Lampe leicht das richtige Licht. Ein Nachstellen der Dochte ist nicht nötig, falls sie vorher gleichmäßig herausgedreht waren. Wenn die Lampe einmal gut brennt, so ist später höchstens einmal eine kleine Regulation an der Klappe notwendig; neigt die Lampe zum Rauchen, so stellt man die Klappe etwas weiter offen, werden andererseits die Flammen zu niedrig, so zieht man sie durch weiteres Absperren des Luftzuges wieder in die Höhe. Es ist falsch, die einmal richtig stehenden Dochte herauszuschrauben, wenn die Lampe nicht ordentlich brennt. Das Licht wird dadurch keineswegs besser, dafür kohlt aber der Docht an und verbreitet bald einen unangenehmen Geruch. Länger als 3 mm sollten die Dochte nicht aus der Führung herausstehen. — Nach der Vorführung öffnet man allmählich die Klappe; die Flammen brennen kleiner, die Lampe erkaltet. Schließlich löscht man aus, schüttet das Petroleum ab und brennt die Dochte trocken.

Im übrigen ist noch hinzuzufügen, daß die Regulation des Luftzuges noch durch Verlängern oder Verkürzen des Kamines erfolgen kann, wie es bei der englischen Stocks Lampe geschieht. Eine solche Anordnung ist aber umständlicher und die

Gefahr des Schwalchens wird nicht völlig vermieden, indem bei überstarkem Luftzug der Kamin unter Umständen soweit gekürzt werden muß, daß die Flammen dagegen schlagen.

Alles in allem ist die Skioptikonlampe eine gefügige und dankbare Lichtquelle, die weder riecht noch raucht — so lange man sie sorgsam und richtig behandelt. Jedenfalls möchte ich jedem, der mit dieser Lichtquelle arbeitet, den Rat geben, die Lampe stets sauber und die Dochte brauchbar zu halten, wenn er Freude daran haben will.

Gasglühlicht, Spiritusglühlicht etc.

Gasglühlicht wird dort, wo im Hause Leuchtgas zur Verfügung steht und ein Bild von 1½ oder höchstens 2 m Größe ausreichend ist, mit Vorteil angewendet; es ist unstreitig eine sehr bequeme, schöne Lichtquelle, wenn auch infolge der großen Leuchtfläche nicht alles Licht ausgenutzt wird.

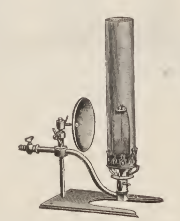


Fig. 24. Gasglühlicht-Einrichtung.

Vorstehende Abbildung (Fig. 24) zeigt die Anordnung des Glühlichtbrenners, wie er für das Skioptikon geeignet ist. Der Brenner kann zur genauen Zentrierung an einem Stabe der Höhe nach, wie seitlich verstellt werden; ein Reflektor dient zur Verstärkung der Lichtwirkung.

Wesentlich zur Erzielung eines möglichst hellen Lichtes ist ein guter Glühstrumpf, sowie eine auf den Gasdruck richtig eingestellte Brenner-Düse. Recht praktisch ist der für das Skioptikon eingeführte regulierbare Glühlichtbrenner, bei dem die Düse von außen durch einen Schlüssel auf das Maximum der Lichtintensität eingestellt wird. Die sog. Starklicht-Glühlichtbrenner sind für Projektionszwecke ebenfalls verwendbar; der zuweilen sehr lange Glühstrumpf gibt allerdings eine viel zu ausgedehnte Lichtquelle und wird besser durch einen kleineren ersetzt. Auch hier ist ein Brenner mit regulierbarer Düse von

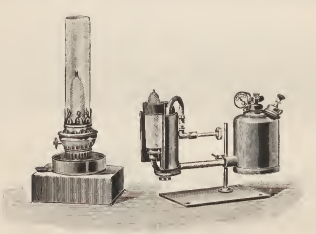


Fig. 25. Spiritusglühlichtlampe. Fig. 26.

Vorteil. Gleichfalls läßt sich das hängende Glühlicht, jetzt zu allgemeiner Beleuchtung vielfach benutzt, im Projektionsapparat verwenden.

Der Anschluß an die Leuchtgasleitung geschieht mittelst eines Schlauchstückes zu einem Hahn an der Rohrleitung; ist ein solcher nicht vorhanden, so nimmt man von einer Hängelampe oder einem Kronleuchter den abhebbaren Teil des Glühlichtbrenners ab, steckt den Schlauch über die Tülle und klebt die Luftlöcher unten mit Papier zu. Auch kann man die Tülle abschrauben und an deren Stelle ein U-förmiges Schlauchansatzstück aufschrauben.

Spiritusglühlicht ist für Projektionszwecke ebenfalls verwendbar; es gibt im Handel vieleBrennersysteme,die allerdings infolge ihrer Bauart meist nicht in die Apparate passen. Der Spiritus wird bei diesen Lampen, ehe er in den eigentlichen Bunsenbrenner kommt, zur Verdampfung gebracht, und arbeitet alsdann wie das Leuchtgas im Gasglühlichtbrenner. Fig. 25 zeigt eine speziell zur Darstellung von Lichtbildern hergerichtete Spiritusglühlichtlampe, die eine Höhen- und Tiefen-Verstellung zur genauen Zentrierung des Lichtpunktes besitzt.

Zur Erzielung einer höheren Lichtstärke baut man Spiritusglühlichtlampen, bei denen die Brennflüssigkeit mittelst einer Pumpe unter Druck gesetzt wird. Solche Lampen vermögen allerdings nicht geräuschlos zu arbeiten. Die Druckpumpe muß von Zeit zu Zeit gehandhabt werden; sie befindet sich, wie in Fig. 26 dargestellt ist, direkt am Behälter oder sie ist mit diesem durch einen Schlauch verbunden.

Das Azetylen.

Die Erwartungen, welche die Projektionskunst seinerzeit an das Azetylen knüpfte, sind in Erfüllung gegangen; es hat sich als eine sehr geeignete Lichtquelle mittlerer Helligkeit bewährt, wofür die tatsächlich große Anwendung desselben das beste Zeugnis ablegt. — Das Azetylengas wird gewonnen aus Calciumcarbid, indem dieses mit reinem Wasser in Verbindung gebracht wird. Der weiße Niederschlag, der sich bei der Zersetzung bildet, ist Ätzkalk.

Das Azetylen ist ein Gas gerade wie unser Leuchtgas, das wir der Rohrleitung entnehmen; nur ist das Licht der freibrennenden Flamme bedeutend intensiver und hellweiß. Eine unangenehme Eigenschaft des Azetylens ist der widerliche, stechende Geruch, der von den Verunreinigungen des Gases herrührt. Allerdings macht er sich nur beim Zusammensetzen und Auseinandernehmen des Entwicklers bemerkbar, was am besten draußen auf dem Flur oder dem Hofe geschieht; während des Betriebes riecht man nicht das geringste. Im übrigen kann das Gas durch einen geeigneten Reiniger völlig geruchlos gemacht

werden. Während man früher das Azetylen für äußerst gesundheitsgefährlich hielt, zu welcher Ansicht jetzt noch viele des stechenden Geruches halber neigen, ist man heute auf Grund wissenschaftlicher Versuche zur Überzeugung gekommen, daß dieses Gas weniger schädlich ist als unser Leuchtgas; reines Azetylen ist, wie Berthelot und Bernard festgestellt haben, überhaupt nicht giftig.

Was nun die Explosionsgefahr beim Arbeiten mit Azetylen angeht, so sei mir gestattet, auf diesen Punkt etwas ausführlicher einzugehen; denn man begegnet gerade hier so vielen Vorurteilen. Wo hier das Thema Explosionsgefahr einmal angeschnitten wird, darf ich zunächst nicht unerwähnt lassen, daß andere Lichtquellen nicht ganz frei von dieser Gefährlichkeit sind: eine brennende Petroleumlampe kann explodieren, wenn sie hinfällt; strömt in einem Zimmer längere Zeit hindurch Leuchtgas aus einem offenen Hahne aus, so ist eine Explosion sicher, wenn man mit einem Lichte hineingeht. Das weiß wohl ein jeder; aber niemand denkt daran, es besonders zu erwähnen oder gar diese Lichtquellen als zu gefährlich zu verwerfen — trotz der vielen Unglücke, die immerfort in den Zeitungen stehen. Man ist eben mit dem Petroleum und Leuchtgas vertraut. Das Azetylen hingegen ist dem großen Publikum fremd; wenn da ein Unglück passiert, wird nicht lange gefragt, warum und woher: es heißt einfach, das Azetylen ist gefährlich. Allerdings ist Azetylen unter gewissen Umständen gefährlich — das darf nicht verschwiegen, muß vielmehr besonders hervorgehoben werden, damit jeder, der damit zu tun hat, soweit erforderlich, die nötige Vorsicht walten läßt.

Zunächst ist komprimiertes Acetylen, wenn der Druck zwei Atmosphären übersteigt, sehr explosiv, und es muß vor dem Arbeiten mit komprimiertem Acetylen unbedingt gewarnt werden. Nach polizeilicher Vorschrift sind nur Entwicklungs-Apparate bis zu $1^1/_{10}$ Atmosphäre = 11 000 mm (Wassersäule) erlaubt; es genügen jedoch im allgemeinen — für Projektionszwecke auf jeden Fall — Acetylenapparate mit einem Druck bis zu 30 mm, das ist $^1/_{367}$ des polizeilich Erlaubten und $^1/_{667}$ des Druckes, der erst gefährlich werden kann. Selbstverständlich sind die

Apparate, wie das ja auch polizeilich vorgeschrieben ist, derart, daß in keinem Falle, auch nicht bei unvorsichtiger Behandlung, ein Druck von zwei Atmosphären entstehen kann; nebenbei bemerkt müßte ein Acetylenapparat, damit eine Steigerung des Druckes bis zu zwei Atmosphären überhaupt möglich wäre, über zwei Meter hoch sein. In dieser Hinsicht ist also vom Acetylen nicht das Geringste zu befürchten. — Weiter kann Acetylen durch sehr starke Erhitzung zur Explosion gebracht werden, und zwar tritt diese nach Berthelot ein, wenn die Temperatur 670° erreicht. Die Befürchtungen, daß bei der Zersetzung des Calciumcarbids eine solche Temperatur entstehen könnte, besonders wenn wenig Wasser vorhanden, sind grundlos. Um dies zu zeigen, machte Jul. Schülke folgende Versuche. Es wurde Carbid in kochendes Wasser geworfen, ohne daß eine Temperatur von über 100° erzielt wurde, weil selbstverständlich Wasser unter gewöhnlichem Drucke keine höhere Temperatur als 100° C erreichen kann. Das Carbidstück war bei 100° C von Dampf umgeben, und da Dampf nur etwa 800 mal weniger Einwirkung auf das Carbid hat wie Wasser, ist eine Temperaturerhöhung über 100° C auf diese Weise kaum möglich. Ein andermal wurde zu einem großen Quantum Carbid wenig, aber kochendes Wasser langsam laufen gelassen; es trat aber ebenfalls keine Temperaturerhöhung von über 100° C. ein. Ein weiterer Versuch ging dahin, daß das Carbid weißglühend in kochendes Wasser geworfen wurde, und schließlich beim letzten Versuche wurde kochendes Wasser auf glühendes Carbid getropft. In diesen beiden letzten Fällen zeigte sich, wie vorauszusehen war, nicht nur keine Temperaturerhöhung, sondern eine Temperaturerniedrigung für das Carbid. Bei keinem dieser Versuche war eine Temperatur zu erreichen, die auch nur annähernd der Entzündungstemperatur näher kommt als ein paar Grad über 100° C. Nur in einem geschlossenen Gefäße kann eine derartige Steigerung der Temperatur eintreten, wenn eine große Menge Carbid darin mit einer geringen Menge Wasser behandelt wird. In solch' geschlossenem Gefäß steigert sich die Temperatur infolge des wachsenden Druckes sehr stark; selbst Wasser und andere Flüssigkeiten kann man be-

kanntlich in einem Behälter, der widerstandsfähig genug ist, auf hohe Temperaturen bringen. — Wie aber bereits oben erwähnt, haben wir es nur mit Niederdruck-Apparaten zu tun, in denen ein stärkerer Druck und somit auch eine Temperaturerhöhung ausgeschlossen ist.

Schließlich gehört noch hierher, daß Acetylen mit einer bestimmten Menge Luft vermischt explosiv ist, ebenso wie dies beim Leuchtgas der Fall ist. Damit jedoch ein solch' explosives Gemisch sich bilden kann, muß schon eine recht große Menge Acetylen in den Raum ausströmen, und zwar in der Regel mehr Acetylen, als während der ganzen Projektion überhaupt gebraucht und vom Apparat geliefert wird. Und wenn auch: wem würde es einfallen, das ganze vom Apparat darstellbare Gas, anstatt im Skioptikon zur Beleuchtung der Lichtbilder zu benutzen, aus den offengestellten Hähnen (durch die Brenner wären Stunden dazu erforderlich!) ins Zimmer zu lassen? Das könnte man nicht einmal mehr Unvorsichtigkeit nennen: es müßte schon mit Absicht geschehen. Wieviel eher kann es vorkommen, daß jemand einen Leuchtgashahn offen stehen oder eine brennende Petroleumlampe zur Erde fallen läßt und so ein Unglück anrichtet. Und doch findet sich niemand, der mit diesen letzteren Lichtquellen nicht arbeiten wollte aus Furcht vor einer Explosion. Man lasse also auch das Vorurteil gegen das Acetylen fallen.

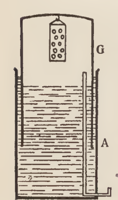


Fig. 27.
Acetylen-Apparat.

An manchen Orten wird das Acetylen bereits zur allgemeinen Beleuchtung verwandt und ist eine Acetylen-Zentrale vorgesehen, die das Gas (wie sonst das Leuchtgas) abgibt; anderwärts findet man Lokalitäten mit eigener Acetylen-Anlage. Dort kann man ohne weiteres das Gas der Leitung entnehmen und durch einen Schlauch zum Brenner im Skioptikon führen. Sonst muß man sich das Acetylen selbst darstellen, und das ist eine höchst einfache Sache.

Unter den Apparaten zur Selbstherstellung des Acetylens haben sich für Projektionszwecke diejenigen am besten bewährt, welche nach dem sogen. Tauchsystem gebaut sind. Die Konstruktion dieser Apparate erhellt im wesentlichen aus Skizze Fig. 27. A ist ein äußerer, oben offener Behälter, der mit Wasser angefüllt wird, G ein darin schwimmender, unten offener Behälter, die sogenannte Glasglocke. In diese Glocke wird zuvor ein Sieb oder Korb gehängt, der zu ¾ mit Calciumcarbid gefüllt ist. Das Calciumcarbid kommt, wenn der Apparat in Betrieb gesetzt wird, mit dem Wasser in Berührung und alsdann wird Acetylen entwickelt; es sammelt sich unter der Glocke und hebt diese; dadurch wird auch das Carbidsieb aus dem Wasser gehoben und die Gasentwicklung läßt nach. Das dargestellte Acetylen wird durch ein Rohr abgeleitet und durch einen aufgesetzten Schlauch zum Brenner geführt. Zuvor jedoch läßt man das Acetylen ein mit Bimstein gefülltes Gefäß passieren, das neben oder unter dem Apparat angebracht ist, und zur Trocknung und Reinigung des Gases dient. In dem Maße, wie das im Apparat entwickelte und aufgespeicherte Acetylen im Skioptikon verbraucht wird, sinkt die Glocke, und so kommt schließlich das Carbidsieb wieder ins Wasser; es wird von neuem Gas entwickelt, die Glocke steigt, die Entwicklung wird unterbrochen, bis nach Verbrauch des Gases das Spiel sich wiederholt. Der Apparat arbeitet somit ganz automatisch; während des Betriebes bedarf er keiner Wartung. Die Acetylen-Apparate dieser Art werden in verschiedenen Größen gebaut, je nachdem sie Doppel-, dreifache oder vierfache Brenner, sowie ein einfaches, ein Doppel- oder dreifaches Skioptikon speisen sollen. Das Zusammensetzen sowie das Auseinandernehmen des Apparates geschieht am besten auf dem Hofe oder dem Flur, wenigstens wenn man Wert darauf legt, daß kein Carbidgeruch ins Zimmer kommt; wenn die Flamme einmal brennt, ist kein Geruch bemerkbar. — Auf weitere Details der Konstruktion und der Handhabung dieser Apparate brauche ich hier nicht einzugehen, da die Lieferanten ja genaue Beschreibungen und Gebrauchsanweisungen beigeben.

Außer diesen sogenannten Tauchapparaten gibt es für Pro-

jektionszwecke auch solche, die nach dem Tropfsystem gebaut sind; bei diesen läßt man aus einem oben angebrachten Behälter Wasser tropfenweise zum Carbid gelangen. Diese Apparate lassen sich in kleineren Dimensionen herstellen, und es gibt im Handel solche, die mit dem Brenner fest verbunden sind und in das Skioptikon passen. Derartige Modelle sind jedoch wenig zu empfehlen. Es ist nämlich nicht möglich, die Wasserzufuhr so zu regulieren, daß nicht zeitweilig Überentwicklung eintritt; das zuviel entwickelte Gas entweicht durch ein Ventil. Abgesehen von dem Geruch kann das entweichende Gas auch leicht vom Brenner her entzündet werden.

Was nun die Brenner angeht, so verwendet man mit gutem Erfolg sowohl Bray-Brenner, Schwalbenschwanz-Brenner, wie Gabel-Brenner. Die vielbenutzten Bray-Brenner haben den Vorzug, daß sie billig und leicht zu ersetzen sind. Die Brenneraufsätze werden zu zweien, dreien oder vieren hintereinander gesetzt, und zwar nach rückwärts etwas ansteigend; mehr als vier zu verwenden hat keinen Vorteil. Ein Reflektor hinter den Brenneraufsätzen verstärkt die Wirkung.

Es sei noch bemerkt, daß die Brenneraufsätze im Laufe der Zeit verrußen und sich verstopfen; man kann dann mit einer sehr spitzen Nadel nachhelfen, schließlich aber werden die Brenner unbrauchbar und müssen ersetzt werden. Man kann diesem Übelstande wesentlich vorbeugen, indem man das Acetylen noch durch ein besonderes Reinigungsgefäß, den sogenannten „Purator", führt; dieser ist mit einer chemischen Masse gefüllt, die dem Gase den unangenehmen Geruch vollständig benimmt, das Absetzen von Ruß an den Brennern in hohem Grade vermindert und schließlich die Leuchtkraft der Flamme erhöht.

Das Kalklicht.

Kalklicht wird dadurch erzeugt, daß man ein brennendes Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas unter Druck auf ein Stück gebrannten Kalkes leitet. Das Wasserstoffgas läßt sich ersetzen durch gewöhnliches Leuchtgas, sowie durch Dämpfe von Alkohol, Äther, Petroleum oder Gasolin.

Das Licht ist sehr hell und weiß, es ist ruhig, und zudem leicht darstellbar. Es erfreut sich deshalb seit langen Jahren einer ungeminderten Beliebtheit, und das mit vollem Recht, denn es ist unzweifelhaft das schönste Licht für die Zwecke der Projektion.

Sauerstoff kann man sich nach dem weiter unten beschriebenen Verfahren selbst herstellen, oder man kann das Gas in Stahlflaschen zu 1000 Litern auf 100 oder 120 Atmosphären komprimiert beziehen. Was von beiden sich empfiehlt, hängt von verschiedenen Umständen ab.

Bereitung von Sauerstoffgas.

Sauerstoffgas entwickelt sich, wenn man eine Mischung von 4 bis 5 Teilen chlorsaurem Kali mit 1 Teil Braunstein erhitzt. Diese Mischung wird in eine Retorte gegeben; die Retorte steht durch einen Schlauch in Verbindung mit einem Waschgefäß, das zum Abkühlen und Waschen des Gases dient; und vom Waschgefäß wird durch einen zweiten Schlauch das Gas in den Kautschuksack geleitet. Erforderlich sind also chlorsaures Kali, Braunstein, eine Retorte, ein Waschgefäß, der Sack und Kautschukschlauch. An Stelle des Gassackes kann auch ein Gasometer treten.

Bevor wir an die Beschreibung des Vorganges treten, wollen wir einen wichtigen Punkt berühren, den wir recht sehr zu beachten bitten, nämlich welche Vorsichtsmaßregeln zu treffen und zu beachten sind, damit die Gasentwicklung ganz gefahrlos vor sich gehe. Es gibt nämlich bei Außerachtlassung der nötigen Vorsicht in zwei Fällen die Möglichkeit einer Gasexplosion, und in einem Falle die, daß die Retorte zerplatzt. Indem es sehr einfache Mittel gibt, diesen Möglichkeiten vorzubeugen, sollte doch niemand versäumen, sie in Anwendung zu bringen. Man beachte wohl:

Der Braunstein darf keine Verunreinigung oganischer Natur haben.

Die Retorte muß mit Sicherheitsventil versehen sein, das bei größerem Gasdruck nachgibt, wenn etwa die Leitungen und Rohre verstopft oder geschlossen sein sollten.

Bevor man die Retorte vom Feuer nimmt, oder bevor man das Feuer löscht, muß man den Schlauch, der sie mit dem Waschgefäß verbindet, abstreifen.

Wenn der Braunstein, sei es durch Zufall, sei es mit Absicht, mit Kohle in irgendeiner ihrer verschiedenen Formen gemischt ist, bildet sich Kohlensäure in so großem Volum, daß eine Explosion unausbleiblich ist. Auf welche Weise Kohle in das Manganoxyd hineingelangt, ist schwer zu verstehen, da letzteres so billig ist, daß absichtliche Verfälschung außer Frage steht. Tatsache ist jedoch, daß häufig Kohle zugegen ist. Kein einfacheres Mittel, die Sauerstoffmischung auf ihre Gefahrlosigkeit zu prüfen, ist als das bekannte: Wenn man eine frische Partie Manganoxyd kauft, mische man etwa ½ Gramm davon mit dem entsprechenden Verhältnis von chlorsaurem Kali, gebe die Mischung in ein Probiergläschen und halte dies über eine Gas- oder Lampenflamme. Ist das Material ziemlich rein, so zersetzt sich das Salz und das Gas entweicht rasch. Es mögen einzelne Lichtfunken über die Oberfläche der Mischung hinstreichen, die vielleicht von ganz geringen und unbedeutenden Beimischungen kohlenartiger Materie herrühren. Wenn jedoch

eine hinreichende Menge von Kohle da ist, so daß eine Explosion zu befürchten steht, wird der ganze Inhalt des Glases in Form einer Flamme und brennender Teilchen hinausgeworfen, wie wenn man eine Rakete abbrennt, aber viel heftiger. Ich brauche kaum zu sagen, daß man die Öffnung des Glases von sich abwenden muß; es ist dann mit der Probe auch nicht die geringste Gefahr verbunden.

Beim Abwiegen des chlorsauren Kalis sehe man darauf, daß keine Papierstücke, Stroh oder sonstige Stoffe organischer Natur hineinkommen; jede brennbare Substanz könnte Störungen erzeugen, wenn auch in kleinem Maße nur durch die Entwicklung von Chlorgas, das auf die Säcke allmählich zerstörend einwirkt.

Die Retorte ist aus Eisenblech gefertigt. Sie hat die aus beistehender Zeichnung ersichtliche Form, ist etwa 35 Zentimeter hoch, und hält am Boden etwa 16 Zentimeter im Durchmesser. Das Rohr oben läßt sich abschrauben, wenn die Retorte gefüllt oder gereinigt werden soll. In diesem Rohr muß unmittelbar über dem Retortenhals eine nicht zu enge Öffnung sein, die sich durch einen mit Waschleder überzogenen Kork verschließen läßt. Der Kork soll als Sicherheitsventil dienen; man soll ihn nicht gar zu scharf einsetzen, denn er muß durch einigermaßen starken Gasdruck, wenn die Leitung nicht frei sein sollte, hinausgestoßen werden.

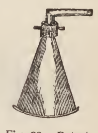


Fig. 28. Retorte.

Bei einer anderen Art von Retorte ist das horizontale Messingrohr an einen trichterförmigen Deckel angelötet, der um den weiten Retortenhals schließt. Dieser Deckel muß nach dem Füllen der Retorte mittelst Gips auf die Retorte gekittet werden. Allerdings ist das jedesmalige Aufkitten des Deckels etwas umständlich, diese Art gewährt indessen große Sicherheit, da bei zu starkem Gasdruck der ganze Deckel abfliegt, und eine Verstopfung des Retortenhalses unmöglich gemacht wird.

Eine ebenfalls sehr gute Sicherung ist die, daß man den — ziemlich weiten — Retortenhals mit einem Stück weichen Waschleders bedeckt und eine Bleischale im Gewicht von vielleicht einem halben Kilogramm darauf legt. Es wird dann bei ruhiger Gasentwicklung kein Gas entweichen, bei zu stürmischer aber wird die Bleischale als Ventil wirken. Eine andere Sicherheitsretorte wird weiter unten noch beschrieben werden.

Man setzt die Retorte nach der Sauerstoffbereitung nicht weg, ohne sie ihres Inhaltes zu entleeren, indem sonst das Metall zerstört wird. Sobald die Retorte kalt geworden, fülle man sie halb mit kaltem oder warmem Wasser und spüle so lange

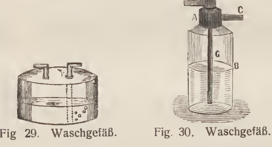


Fig 29. Waschgefäß. Fig. 30. Waschgefäß.

um, bis die Masse sich gelöst hat. Dann gieße man den Inhalt fort, und trockne die Retorte auf dem Ofen oder über Gas. Sie wird dann doppelt so lange halten. Das Auskratzen der Masse mit einem Draht ist zu verwerfen.

Durch Anschlagen mit einem kleinen Stück Eisen erkennt man am Tone, ob die Retorte noch dick genug ist. Man riskiere nie eine fehlerhafte Retorte. Auch nehme man die Retorte genügend groß, damit sich oberhalb der Mischung ziemlich viel freier Raum befindet.

Das W a s c h g e f ä ß zum Kühlen und Waschen des Sauerstoffgases wird aus Blech (Fig. 29) oder aus Glas (Fig. 30) angefertigt. In das Gefäß, das zu einem Drittel mit Wasser gefüllt wird, tauchen zwei gebogene offene Messingrohre, ein

langes bis fast auf den Boden reichendes zum Einleiten des Gases, und ein kurzes zum Hinausleiten. Das lange Rohr wird am unteren Teile mehrmals durchbohrt, damit der Sauerstoff nicht in zu großen Blasen aufsteigt. Man tut gut, in dem Waschwasser etwas kohlensaures Natron aufzulösen, der Kautschuksack wird dann länger brauchbar bleiben. Einige stellen statt eines Waschgefäßes deren zwei hintereinander auf, um dem Sauerstoff möglichst viel Chlor zu entziehen.

Die Gassäcke und Verbindungsschläuche.

Zum Aufbewahren der Gase werden meist Säcke benutzt, die aus dreifachem Kautschuktuch hergestellt und mit kupfernem Hahn versehen sind; an dem Hahn befindet sich ein Ansatzröhrchen zum Aufziehen des Kautschukschlauches.

Damit beim Aufbewahren kein Gas entweiche, ist es erforderlich, daß die Säcke dicht seien. Sie sind aber sowohl äußeren mechanischen Beschädigungen (schon durch das Reiben des Beschwerungsbrettes), wie innerer Abnutzung durch die chemische Wirkung der Gase, und ihrer Verunreinigung ausgesetzt. Ein Eßlöffel voll doppeltkohlensaures Kali in den Waschwasserbehälter getan, verhindert wesentlich die rasche Zerstörung des Gassackes. Dann muß man die Einführung von Wasser in den Sack zu vermeiden suchen dadurch, daß man zwischen Waschgefäß und Sack einen weiteren Schlauch einschaltet und nun den Sack höher legt, als das Waschgefäß steht.

Beschädigte Säcke lassen sich auf folgende Weise wieder herstellen. Ein Kilo Kautschuk wird in dünne Scheiben geschnitten, in ein Blechgefäß getan und mit 350 bis 400 Gramm Schwefelkohlenstoff (sehr brennbar) übergossen. Um die Auflösung zu beschleunigen, stellt man das Blechgefäß in warmes Wasser von 30° C. Da diese Lösung sehr bald sich verdickt und dann nicht mehr aufzustreichen ist, bereitet man eine zweite Lösung, von der man der obigen soviel zusetzt, daß sie einen dünnen Teig bildet. Man schneidet ein halbes Kilo Kautschuk in feine Scheiben, erwärmt dies in einem passenden Ge-

fäß über Feuer, bis der Kautschuk flüssig wird, fügt dann ein viertel Kilo gepulvertes Harz hinzu, und läßt beide Substanzen zusammen schmelzen; wenn sie ganz flüssig sind, gießt man allmählich in kleinen Partien 1½ bis 2 Kilo Terpentinöl hinzu, und rührt gut um. Durch diesen Zusatz wird die Kombination nicht mehr so rasch dick und hart werden. Man schneidet Stücke Kautschuktuch oder weiches Leder entsprechend der Größe der Löcher im Sack, bestreicht sie sowohl wie den Teil des Sackes mit obiger Flüssigkeit, legt sie auf und bringt sie unter Druck.

Durch Wasserstoff undicht gewordene Säcke kann man ganz mit der Kautschuklösung bestreichen, oder mit Leim. Man wirft guten Tischlerleim in kaltes Wasser, läßt ihn darin gehörig anschwellen und gießt alles Wasser ab; dann legt man ihn in einen Leimtopf und bringt ihn durch Kochen zum Schmelzen. Das Kochen setzt man fort, bis der Leim ganz dick ist, darauf setzt man Glyzerin zu; wieviel man hiervon zu nehmen hat, muß man erproben. Man nimmt etwas Leim heraus und bringt ihn auf eine Glasplatte. Wenn er kalt geworden ist, muß er nicht ganz hart werden, wie Leim allein, sondern elastisch. Zusatz von etwas Zucker ist auch nützlich. Man braucht nicht viel Glyzerin, vielleicht 1 Teil auf 4 Teile Leim. Wenn er zu dick ist, setzt man Wasser zu; wenn zu dünn, mehr Leim. Mit einem harten Pinsel muß sich der warme Leim gut ausbreiten lassen.

Wenn der Leim soweit ist, füllt man die Säcke möglichst mit Wind, bringt sie in ein warmes Zimmer und setzt den Leimtopf in ein Gefäß mit heißem Wasser. Dann nimmt man einen großen Pinsel und streicht den ganzen Sack mit Leim an, oben unten und an den Seiten. Das Auftragen muß rasch und glatt geschehen. Hat man zuviel Glyzerin in der Mischung, so wird der Überzug klebrig; mit zu wenig wird er hart. Wenn er zu klebrig ist, bewirft man ihn mit gepulvertem Seifenstein, oder man gibt mehr Leim in die Mischung und überzieht ihn von neuem. Seifensteinpulver ist überhaupt gut zum Einreiben der neuen Säcke und der Beschwerungsbretter.

Man bezeichne die verschiedenen Säcke mit großen Buchstaben, damit man gleich weiß, welche für Sauerstoff und welche für Wasserstoff dienen, denn durch Verwechslungen können Explosionen entstehen. Auch ist es nützlich, die Säcke mit verschieden geformten Hähnen zu versehen, etwa den für Sauerstoff bestimmten mit einem eckigen, den Wasserstoffhahn mit einem runden Griff, damit auch im Dunkeln nicht leicht Verwechslungen entstehen. Die Kautschukschläuche nehme man nicht zu eng, und ziemlich dickwandig, ersteres damit sie sich nicht leicht verstopfen, letzteres um dem Knicken vorzubeugen. Vor jedesmaligem Gebrauch blase man durch den Schlauch, um sich zu überzeugen, ob er nicht verstopft ist. Alle Verbindungen schnüre man mit Bindfaden fest.

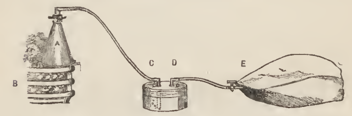


Fig. 31. Bereitung des Sauerstoffgases.

Die vorstehende Figur 31 zeigt die Disposition der verschiedenen Apparate. A stellt die Retorte dar; B ist der Dekkel, durch einen Kautschukschlauch wird das Gas in das längere Rohr C des mit Wasser halbgefüllten Waschgefäßes geleitet; durch das kürzere Rohr D gelangt es wieder durch Vermittlung eines Kautschukschlauchs in den Sack E.

Man überzeugt sich zunächst davon, daß die Retorte ganz trocken und rein ist und keine alten Rückstände enthält. Dann bläst man durch die Schläuche, um zu sehen, ob sie nicht verstopft sind; den Sack rollt man bei geöffnetem Hahn aus, um alle Luft daraus zu entfernen. Im Winter muß man ihn etwas vorwärmen, wodurch er geschmeidiger wird. In das Waschgefäß gibt man Wasser, worin ein wenig doppeltkohlensaures Natron oder etwas Weinstein aufgelöst wurde. Man mischt für

eine Retorte mittlerer Größe 450 Gramm chlorsaures Kali mit 100 Gramm Braunstein (schwarzem Manganoxyd), am besten mit den Händen auf einem Blatt Kartonpapier. Man macht die auf Seite 66 angegebene Probe, um sich von der Gefahrlosigkeit der Mischung zu überzeugen, und schüttelt nach Abnahme des Retortendeckels die Mischung in die trockne, kalte Retorte, schraubt den mit Sicherheitsventil versehenen Deckel auf und verbindet ihn durch den Schlauch mit dem langen Rohr des Waschgefäßes. Die Verbindung mit dem Sacke wird erst später hergestellt.

Jetzt bringt man die Retorte auf ein Kohlenfeuer oder auf einen Gasbrenner und beginnt sie zu erwärmen. Nach einigen Minuten hört man Blasen an die Oberfläche des Wassers steigen. Sobald diese in reichlichem Maße kommen, verbindet man das kurze Rohr D des Waschtrogs mit dem Kautschuksack E, dessen Hahn vorher geöffnet wurde. Die Retorte dreht man von Zeit zu Zeit auf dem Feuer, um sie gleichmäßig zu erhitzen.

Wenn eine Retorte vom Feuer fällt, stellt man sie nicht eher wieder darauf, als bis man sich davon überzeugt hat, daß Retortenhals und Schläuche offen sind, denn durch Zusetzen derselben durch die Mischung kann eine Explosion entstehen.

Nach etwa zwanzig Minuten wird die Gasentwicklung beendet sein, was man daran erkennt, daß keine Blasen mehr durchs Wasser gehen und der Sack gefüllt ist. Man streift zuerst den Kautschukschlauch von der Retorte ab, schließt dann den Hahn am Sack und löscht erst jetzt das Feuer resp. nimmt die Retorte vom Feuer; es könnte nämlich, wenn die Retorte kalt wird, Wasser aus dem Waschgefäß durch C in die Retorte steigen und diese zum Platzen bringen. Verfährt man aber wie oben, so ist dies nicht möglich.

Ein Kilogramm der Mischung von chlorsaurem Kali und Braunstein liefert ein Kubikmeter Sauerstoffgas. Der Braunstein kann immer aufs Neue gebraucht werden, wenn man den in der Retorte verbleibenden Rückstand durch Auswaschen mit warmem Wasser von dem anhängenden Chlorkalium befreit

und trocknet. Das öfter gebrauchte Material arbeitet sogar besser als frisches. Man hüte sich vor Verunreinigung durch Papierstücke, Stroh, Kohle u. dergl.

Die Retorte wird am besten gleich nach dem Kaltwerden mit Wasser gründlich gereinigt und durch Wärme getrocknet. Bei neuem Gebrauch muß sie kalt und trocken, sowie ganz rein sein.

Die oben angegebene Mischung von 4½ Teilen chlorsaurem Kali mit 1 Teil Braunstein ist die am meisten in Anwendung kommende.

Nach einer Mitteilung von A. Günther wird an der Freiburger Universität nach Vorschrift des Herrn Hofrat v. Babo der Sauerstoff aus folgender Mischung bereitet:

500	Gramm	chlorsaures Kali,
250	„	Kochsalz (gut getrocknetes Tafelsalz),
50	„	Braunstein.

Das beigefügte Kochsalz verhindert die zu stürmische Entwicklung des Sauerstoffs und ermöglicht eine genaue Regulierung desselben. Bei Kleinermachen der Flamme tritt sofort Verlangsamung der Entwicklung ein, was bei sämtlichen anderen Mischungen, als 1 Teil Braunstein auf 3, 4 oder 5 Teile chlorsaures Kali, nicht stattfindet, denn hat die Entwicklung begonnen, so ist sie durch Wegnehmen der Flamme nicht zu hemmen, was eine sehr mißliche Sache ist, jedoch durch diesen Zusatz von Salz vollständig beseitigt wird.

Der Sauerstoff entwickelt sich anfangs bei einer Wärme von 94° C, nach einer Weile hört die Entwicklung ganz auf, kann aber durch Erhöhen der Wärme auf 110° wieder in Gang gebracht werden. Bei 120 bis 125° entwickelt sich das Gas sehr lärmend.

Prof. Dr. Hagenbach-Bischoff, Basel wendet an Stelle des Braunsteins das ganz gefahrlose Eisenoxyd(caput mortuum) an, das die gleichen Dienste tun soll.

Sauerstoff-Generator mit Gasometer.

Bei der Bereitung von Sauerstoff ist es durchaus nötig, die Retorte so einzurichten, daß im Falle einer Verstopfung der Röhren keine Explosion stattfinden kann. Eine ganz gefahrlos arbeitende Retorte, die mit einem Gasometer in Kombination steht, sei im folgenden beschrieben. Diese besteht, wie aus der Zeichnung ersichtlich, aus zwei Stücken, nämlich einer ebenen Platte A und einem Deckel B, in dessen oberem Teile eine Öffnung mit dem Ableitungsrohr für das Gas enthalten ist. Beide

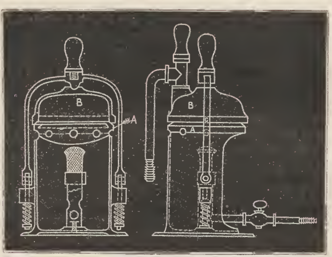


Fig. 32. Sauerstoff-Generator im Durchschnitt

Teile bestehen aus Eisen: sie sind gasdicht aufeinander geschliffen und können, falls dies nötig werden sollte, mit geringen Kosten ersetzt werden.

Der Deckel B wird durch zwei Spiralfedern niedergehalten, die einem Gewicht von etwa 3 Kilogramm entsprechen, das macht eine Beschwerung von 60 Gramm auf das Quadratzentimeter, während man sonst meistens nur 15 Gramm im Durchschnitt pro Quadratzentimeter nimmt. Deshalb ist das gewählte Übergewicht reichlich genügend.

Es ist nun klar, daß, wenn der Weg vom Gasgenerator bis zum Gasbehälter verstopft ist, sei es, daß man vergessen hat, den Hahn zu öffnen oder aus anderen Gründen, so muß der Druck im Generator bald steigen und wenn er dem Gewichte von einem Pfund gleichkommt, wird er den Deckel B öffnen und das Gas wird entweichen, gerade wie das Sicherheits-Ventil an einem Dampfkessel, nur mit geringerer Kraft.

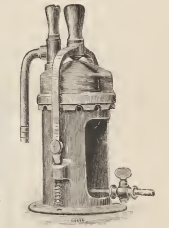


Fig. 33. Sicherheits-Retorte.

Sowie nun die Verbindung zwischen Generator und Gasbehälter hergestellt ist, nimmt das Gas seinen richtigen Weg, der Druck gegen den Deckel läßt nach, dieser fällt infolge des Anzuges der Spiralfedern zurück und die Gasentwicklung geht ruhig weiter.

Um den Apparat zu öffnen, zieht man die hölzerne Handhabe, die oberhalb des Bogens C befestigt ist, über und kann nun den Deckel B mit der daran befindlichen Handhabe abheben. Um die Retorte zu schließen, verfährt man umgekehrt; diese Operation ist momentan und besser als alle Art von Schrauberei.

In dem Träger der Retorte steht ein gewöhnlicher Bunsenscher Brenner, der mit der Leuchtgasleitung in Verbindung gebracht wird, oder statt dessen eine Spirituslampe mit Docht. Im oberen Teile des glockenförmigen Deckels ist eine Öffnung mit einem Gasrohr, das dazu dient, den Sauerstoff an seinen Bestimmungsort zu leiten.

Die trocknen Kuchen sind reinlich in der Handhabung und hart wie Kohlen. Nachdem sie zur Gasentwicklung benutzt worden sind, kommen sie in ihrer anfänglichen Form aus der Retorte, nur etwas zersetzt.

Der Gasbehälter ist aus verzinktem Eisenblech konstruiert; er dient auch als Ständer für die Laterne. Dadurch, daß das Wasser nur in den äußeren, den Wandungen zugelegenen Raum

kommt, ist nicht mehr als ein Eimer voll Wasser erforderlich, und zugleich bleibt der innere Packraum trocken.

Der Apparat wird aufgestellt wie Fig. 34 angiebt. Man verbindet den Generator durch Gummischlauch mit dem Rohr, das innerhalb des inneren Kastens des Gasbehälters heruntergeht. Nachdem man die Messingschraube oben an diesem

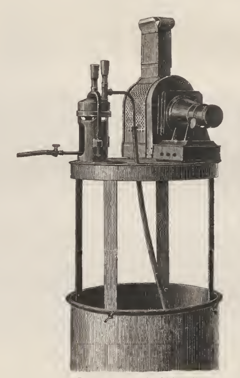


Fig. 34. Gasometer mit Skioptikon.

Kasten entfernt, gießt man Wasser auf; dies läuft durch das Schraubenloch in die Höhlungen. Man schraubt jetzt die Messingschraube wieder auf, und gießt soviel Wasser in den oberen Kasten, daß es 5 bis 8 Zentimeter hoch darin steht, oder man beschwert den Kasten mit etwa 7 Kilogramm Steinen oder Eisenstücken.

Die messingenen Flügelschrauben, die zum Tragen des

oberen Gestelles dienen, müssen von außen angeschraubt werden; die zur Befestigung der Retorte bestimmten werden unten angeschraubt. In einer Ecke des Tisches ist ein Loch zum Durchleiten des Kautschukschlauches; dieser verbindet den Krahnen am Gasbehälter mit dem Kalklichtbrenner.

Die Kuchen formt man aus einer Mischung von 4 Teilen chlorsaurem Kali und 1 Teil Braunstein, in einer dem Apparat beigegebenen Form. Die Mischung macht man in folgender Weise. Man nimmt 1 Kilogramm gepulvertes chlorsaures Kali, 250 Gramm Braunstein und 100 Gramm Wasser, wozu man 10 Tropfen Gummiarabicumlösung gegeben hat (hierdurch werden die Kuchen fester), und mischt dies gut in einer Porzellanschüssel. Diese Qualität reicht für ungefähr zehn Füllungen. Man füllt die Form mit der Mischung, schabt mit einem alten Messer die Oberfläche eben, kehrt die Form um, und der Kuchen wird, wenn man sie wegnimmt, liegen bleiben. Wenn er bricht. so war die Mischung zu trocken, klebt er an der Form, ist sie zu naß — in dem Fall genügt es meist, mit einem Stück Holz auf die Form zu klopfen, damit er sich löst. Die Kuchen werden bei gelinder Wärme getrocknet, und nach dem Trocknen wird ihre untere Fläche in ein Gemisch von Braunstein und Wasser von sahneartiger Konsistenz eingetaucht oder damit bestrichen. Diese dünne Braunsteinschicht macht, daß sie nicht an dem Generator kleben.

Man legt einen der Kuchen auf die Tafel A, setzt den Deckel B darüber und schiebt den Bogen auf. Nachdem man sich überzeugt hat, ob die Schlauchverbindungen von der Retorte zum Gasometer und die vom Gasometer zum Kalklichtbrenner perfekt sind, und Wasser genug im Gasometer steht, entzündet man das Leuchtgas in dem Bunsen'schen Brenner (oder die Weingeistlampe). Nach Verlauf von wenigen Minuten hört man Gasblasen durch das Wasser im Gasometer quirlen. Die Gasentwicklung ist meist innerhalb fünf Minuten beendet. Der innere Blechkasten hebt sich dabei.

Man wird finden, der erste Kuchen, der also in den noch kalten Generator kommt, braucht einige Minuten, um alles Gas abzugeben, aber die späteren, sobald der Generator heiß ge-

worden, entwickeln viel rascher. Vor dem Beginn der Vorstellung entwickelt man sich so viel Gas, daß der Gasbehälter damit gefüllt wird; dann legt man einen frischen Kuchen in den Generator. Bei Beginn der Vorstellung zündet man das Leuchtgas in dem Bunsen'schen Brenner unter dem Generator an, und dreht die Flammen soweit ab, daß das Sauerstoffgas aus dem Kuchen sich nur ganz langsam entwickelt. Dies ist deshalb dem raschen Entwickeln vorzuziehen, weil meist das Leuchtgas, das den Bunsen'schen Brenner, und das, welches den Kalklichtbrenner speist, aus demselben Leitungsrohr entnommen wird. Bei dem langsamen Entwickeln bleibt demnach der Gasdruck konstant, und man kann Sauerstoff immerzu für jede beliebige Zeitdauer während der Vorstellung erzeugen.

Wenn der Sauerstoff-Vorrat während der Vorstellung auf die Neige geht, bringt man an Stelle des zersetzten Kuchens einen neue und entwickelt aufs neue Gas; dies stört die Projektion in keiner Weise. Weiß man indessen vorher, wie lange Zeit man projizieren will, so bereitet man schon vor der Vorstellung die erforderliche Menge von Gas.

Sehr wichtig ist es, den Generator jedesmal nach dem Gebrauch innen mit einem fettigen Lappen abzureiben, damit er nicht rostet. Hat man dies versäumt, so besorge man es jedenfalls vor dem nächsten Gebrauch.

Es ist leicht, den Entwickler auf seine Sicherheit zu prüfen, man braucht nur den zum Gasometer leitenden Schlauch während der Sauerstoffentwicklung durch Knicken oder Zusammendrücken zu schließen. Die Glocke hebt und senkt sich selbsttätig und läßt den Sauerstoff entweichen, so lange, bis man den Schlauch wieder öffnet oder bis der Kuchen kein Gas mehr abgibt.

Ist kein Leuchtgas vorhanden, so wird zur Erhitzung der Retorte an Stelle des Bunsenbrenners ein Spiritus- oder Alkohol-Brenner benutzt, der von einem auf hohen Füßen stehenden Behälter gespeist wird. Die Zufuhr der Flüssigkeit wird durch einen Ventilhahn geregelt. Die Entwicklung dauert hier etwas länger, indem die Heizkraft weniger stark ist als beim Bunsenbrenner.

Ein anderes Modell der Sauerstoffretorte besitzt Zylinderform und stellt eine wagerecht liegende Büchse dar, die an einer Seite geschlossen ist, während das andere Ende einen dicht aufschließenden Deckel besitzt. Der darüber greifende Bügel preßt den Deckel mittelst einer Feder an, die bei Überdruck nachgibt und somit ein Sicherheitsventil darstellt. In die Retorte werden drei oder vier zylinderförmige Braunsteinkuchen gesteckt, deren Entwicklung aber nicht gleichzeitig vor sich geht, sondern dem Bedarf entsprechend nach und nach, indem man die Lampe von einem Ende zum andern herüberschiebt. Der entwickelte Sauerstoff wird durch ein im Deckelstück angesetztes Rohrstück abgeleitet und mittelst Schlauch zum Gasometer oder Gassack (bezw. zuerst zur Waschflasche) geführt. Ist der Sauerstoffverbrauch ein großer, so erweist es sich als praktisch, mit zwei Retorten zu arbeiten, die man abwechselnd füllt und in Tätigkeit nimmt.

Komprimierter Sauerstoff.

Wie bereits erwähnt, ist es zur Erzeugung des Kalklichtes nicht unbedingt erforderlich, sich den Sauerstoff selbst herzustellen, man kann ihn auch fertig in Flaschen kaufen, meist per 1000 Liter, auch in kleineren Flaschen von 500 bis 600 Litern, und zwar auf ein Hundertstel seines Volumens komprimiert.

Die fabrikmäßige Herstellung des Sauerstoffs geschieht nach dem Verfahren von Boussingault; es besteht in folgendem:

Das Baryum, ein dem Calcium sehr nahe stehendes Metall, geht mit dem Sauerstoff zwei verschiedene Verbindungen ein; die eine enthält gleich viele Teile Baryum und Sauerstoff, die andere die doppelte Anzahl Teile Sauerstoff, auf jedes Atom Baryum kommen hier also zwei Atome Sauerstoff. Wenn man nun die erste der beiden Verbindungen, das „Baryumoxyd“, auf 500—600° C erhitzt, so absorbiert es Sauerstoff aus der Luft und geht in die zweite Verbindung, also in „Baryumsuperoxyd“ über. Erhitzt man jetzt weiter bis auf etwa 800°, so zerfällt das Baryumsuperoxyd wieder in Baryumoxyd und in freien Sauer-

stoff. Darnach ist die Darstellung von Sauerstoff im Prinzip äußerst einfach. Man erhitzt Baryumoxyd auf 500—600° C und erhält Baryumsuperoxyd; dieses wird nun wieder auf 800° erhitzt, gibt Sauerstoff ab und verwandelt sich dabei in Baryumoxyd, welches bei 500° aufs neue mit Sauerstoff beladen wird. Es kann also ein und dieselbe Menge Baryumoxyd bis ins Unendliche zur Abscheidung von Sauerstoff aus der Luft benutzt werden.

Nach einem anderen, jetzt vielfach angewandten Verfahren wird der Sauerstoff fabrikmäßig auf elektrolytischem Wege durch Zersetzung von Wasser hergestellt, wobei gleichzeitig Wasserstoff gewonnen wird. Eine dritte Methode beruht auf der Verflüssigung der Luft.

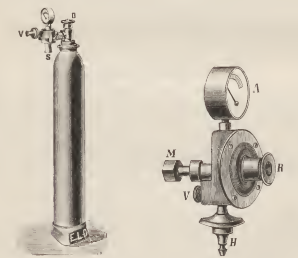


Fig. 35. Sauerstoffzylinder. Fig. 36. Druckreduzierventil.

Man „verpackt“ den Sauerstoff, auf 100 bis 120 Atmosphären komprimiert, in flaschenförmige Gefäße aus Stahl, welche amtlich auf einen bestimmten Überdruck geprüft sein müssen. Alle drei Jahre findet vorschriftmäßig eine Nachprüfung statt. Infolgedessen ist das Arbeiten mit diesen Sauerstoff-Flaschen gefahrlos.

Die Flaschen sind mit einem Ventilhahn versehen, dessen seitliche Auslaßöffnung durch eine aufgeschraubte kleine Kappe verschließbar, damit ein Eingriff Unberufener ausgeschlossen ist. Außerdem ist während des Transportes auf das obere Ende der Flasche eine Kappe aufgeschraubt, die den Ventilhahn umschließt und diesen daher schützt, sowie unzugänglich macht. Die in der Fabrik fest angezogene Kappe kann nur vom Konsumenten mittelst Schraubenmutterschlüssels entfernt werden. — Bezüglich des Transportes sei noch bemerkt, die Sauerstoff-Zylinder werden in Deutschland als Eilgut nicht zugelassen.

Man kann den Sauerstoff direkt aus dem Zylinder entnehmen; die Einstellung des Ventilhahnes für die direkte Entnahme ist indes nicht einfach, und nicht zu empfehlen. In der Regel wird ein Druckreduzierventil angewandt, das den hohen Druck des Gases je nach Bedarf abschwächt.

Die Abbildung Fig. 35 zeigt eine Sauerstoff-Flasche fertig zum Gebrauch mit abgenommener Kappe und angeschraubtem Druckreduzierventil. In Fig. 36 ist die gebräuchliche Form des Druckreduzierventils schematisch wiedergegeben. Das Instrument wird mittelst der Mutter M an den Stahlzylinder angeschraubt; zum festen Anziehen dient ein Schraubenmutterschlüssel. H ist der mit Verschraubung versehene Rohransatz, von dem mittelst Schlauchleitung der Sauerstoff zum Brenner geleitet wird. R ist eine Regulierschraube, die zur Einstellung des Arbeitsdruckes dient: je weiter man die Schraube (rechts herum) hineindreht, desto stärker wird der Arbeitsdruck, d. h. der Druck, unter dem der Sauerstoff zum Brenner strömt; dreht man die Schraube (links herum) heraus, so läßt der Druck nach, bis schließlich das Gas ganz abgesperrt ist. Durch Herausdrehen des Schraubenknopfes R kann man also das Ventil schließen. Das Manometer A zeigt den Arbeitsdruck an. V ist ein Sicherheits-Ventil, das einen überstarken Arbeitsdruck unmöglich macht; es ist so eingestellt, daß bei 1½ Atmosphären der Sauerstoff dort selbsttätig ausbläst.

Eine wichtige Sache beim Arbeiten mit komprimiertem Sauerstoff ist es, zu wissen, wieviel Gas die Flasche noch ent-

hält, damit man nicht plötzlich „auf dem Trocknen sitzt“. Zur Messung des Inhalts dient ein besonderes Manometer, dessen Anschaffung denen, die öfters mit verdichtetem Sauerstoff zu tun haben, nur zu empfehlen ist; derartige Manometer sind übrigens jetzt im Handel zu verhältnismäßig niedrigem Preise zu bekommen. Wie bestimmt man nun den Inhalt? — Am Manometer liest man den Druck des in der Flasche enthaltenen Gases in Atmosphären ab; anderseits ist der Rauminhalt der Flasche bekannt, er ist oben am Zylinder eingeschlagen — bei den üblichen Zylindern beträgt er 10 Liter. Der Inhalt der Flasche an Gas ist dann in Litern: angezeigte Zahl am Manometer mal Rauminhalt. Zeigt das Manometer z. B. auf 45 und haben wir eine normale Flasche von 10 Liter Rauminhalt, so ist der Gasinhalt 45 × 10 = 450 Liter. Eine mit 1000 Litern gefüllte Normal-Flasche muß, wenn noch nichts daraus entnommen ist, am Manometer 100 Atmosphären anzeigen; der Inhalt ist dann eben 100 × 10 = 1000 Liter. Außer den Sauerstoff-Zylindern von 10 Liter Rauminhalt sind noch kleinere von 5 Liter, sowie größere von 30 Liter Rauminhalt im Gebrauch. Bei diesen wird der Inhalt an Gas in gleicher Weise berechnet wie oben angegeben, nur daß man statt der Zahl 10 entsprechend 5 oder 30 einzusetzten hat. Haben wir beispielsweise eine kleine (5 Liter-)Flasche und zeigt das Manometer bei der Prüfung auf 40, so enthält sie noch 40 × 5 = 200 Liter Sauerstoff. Besitzt jemand eine große Flasche (30 Liter) und zeigt das Manometer auf 60, so ist der Gas-Inhalt 60 × 30 = 180 Ltr.

Die Bestimmung des Inhalts einer Sauerstoff-Flasche ist demnach sehr einfach und kann von Jedermann gemacht werden; es ist dazu keineswegs ein Techniker nötig, wie manche ängstlich meinen.

Nun kommt noch eine andere wichtige Frage: wie lange reicht eine Füllung aus? Das hängt davon ab, wie der Kalklichtbrenner beschaffen, wieviel Sauerstoff er verbraucht, und natürlich auch davon, unter welchem Druck man den Sauerstoff in den Brenner strömen läßt, wie man also das Druckreduzier-Ventil einstellt. Verwendet man einen rationell arbeitenden Brennertypus wie z. B. den Starkdruckbrenner, so

kann man durch Erhöhung des Arbeitsdruckes (von ¼ auf ½, ¾ auf 1 Atmosphäre) die Lichtstärke immer mehr steigern; dabei nimmt der Sauerstoffverbrauch entsprechend zu. Bei einem solchen Brenner kann man sagen: der Sauerstoffverbrauch hängt von der erforderlichen Lichtstärke ab. Im allgemeinen reicht eine Füllung (1000 oder 1200 Liter) 6 bis 10 Stunden aus; mit schwachen, lichtarmen Brennern kann man auch noch länger auskommen. Im übrigen wird einem jeden die eigene Erfahrung in kurzer Zeit die genauen Zahlen liefern.

Es sei noch bemerkt, die Auslaßöffnung des Ventils am Sauerstoffzylinder, auf die das Druckreduzierventil aufgeschraubt wird, hat Rechtsgewinde, während die weiter unten zu besprechenden Wasserstoff-Flaschen daselbst Linksgewinde haben; auf diese Weise ist eine Verwechslung der Flaschen unmöglich gemacht. Außerdem sind die für Wasserstoff bestimmten Flaschen rot gestrichen.

Wasserstoff-Bereitung.

Wasserstoff wird auf kaltem Wege durch Zersetzung des Wassers gewonnen, indem man es mit Schwefelsäure und metallischem Zink versetzt. Man kann ihn ähnlich wie den Sauerstoff in einer Retorte bereiten und in einem Kautschuksack auffangen oder in einem Gasometer, in welchem Fall kein Gassack erforderlich ist. Welche Bereitungsweise in jedem Fall die praktischere ist, wird man nach Durchlesung des Nachfolgenden leicht ermessen können. Außerdem kann man den Wasserstoff, auf 100 oder 120 Atmosphären komprimiert, in Stahlflaschen beziehen. Im übrigen ersetzt gewöhnliches Leuchtgas den Wasserstoff vollkommen, es ist deshalb, wo dieses zur Hand, kein Wasserstoff notwendig.

Wir beginnen mit der Gasbereitung in Retorten. Hierzu ist eine Retorte aus Glas, oder besser aus Blei erforderlich, die durch einen gutschließenden Kautschukschlauch mit dem Gassack in Verbindung steht. Durch den Deckel der Bleiretorte geht ein kupfernes Rohr mit Trichteransatz zum Einfüllen des Wassers. Da der Wasserstoff auf den Kautschuksack allmählich zerstörend einwirkt, wenn man ihn nicht durch Wasser gehen läßt, schaltet man zwischen Retorte und Sack in die Schlauchleitung ein mit Wasser halbgefülltes Waschgefäß ein, gerade so, wie es bei der Sauerstoffbereitung geschieht.

In ein irdenes Gefäß gießt man 5 Liter kaltes Wasser und, während man mit einem Glasstab umrührt, gießt man in kleinen Portionen 600 Kubikzentimeter Schwefelsäure hinzu. Die Mischung erhitzt sich und muß vor dem Gebrauch erst kalt werden. In die Bleiretorte wirft man 250 Gramm Zinkstücke. Dann überzeugt man sich davon, ob alle Rohre und Schläuche

offen sind, indem man hindurchbläst. Den Sack rolle man vor dem Gebrauch gut aus, um die Luft daraus zu entfernen, lasse ihn aber noch außer Verbindung mit der Retorte, weil daraus erst die Luft durch das Gas ausgetrieben werden muß. Man stellt die Verbindung zwischen Retorte und Waschgefäß her, und gießt durch den Trichter die verdünnte Schwefelsäuee in die Retorte; sofort gehen Gasblasen durch das Waschgefäß. Nach Verlauf von einer bis zwei Minuten erst, wenn alle Luft aus dem Apparat durch Wasserstoffgas verdrängt ist, öffnet man den Hahn des Sacks und zieht den mit dem Waschgefäße verbundenen Kautschukschlauch darüber. Wenn der Sack mit Gas gefüllt ist, schließt man den Hahn.

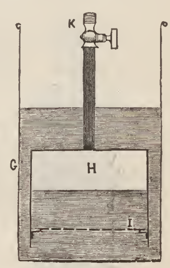


Fig. 37.
Wasserstoff-Generator.

Nach jedesmaligem Gebrauch rolle man den Sack bei offenem Hahn so aus, daß der Wasserstoff gänzlich daraus entfernt wird. Da man doppelt soviel Wasserstoff als Sauerstoff braucht, nehme man gleich einen genügend großen Sack.

Wie oben gesagt, kann man das Wasserstoffgas auch in einem Gasometer bereiten. Dieser besteht aus zwei kupfernen Zylindern, einem äußeren G und einem inneren H. Letzterer ist unten offen, wie eine Taucherglocke, und trägt eine durchlöcherte Platte I. Auf diese Platte legt man Zinkstücke; darauf bringt man zwischen G und H einen hölzernen Keil, um das Heben des inneren Gefäßes zu verhüten, und füllt G zu dreiviertel mit Wasser, dem man vorher 2 Kilogramm gewöhnliche Schwefelsäure zugesetzt hat.

Sodann öffnet man den Kranen K und läßt das Wasser durch den Boden I in das Gefäß H eindringen. Die Säure wirkt nun auf die Zinkstücke ein. Man schließt den Kranen wieder, Wasserstoffgas entbindet sich, und verdrängt das Wasser aus

dem inneren Gefäß durch den falschen Boden. Öffnet man nach der Füllung den Kranen, so dringt das Wasser wieder ein und treibt den Wasserstoff heraus.

Für 1½ Stunde braucht man ungefähr 2 Kilogramm Zink und 3 Kilogramm Schwefelsäure; doch ist es gut, immer etwas reichlicher zu entwickeln, damit der Vorrat nicht ausgeht.

Das in diesem Apparat erzeugte Gas liefert ein etwas besseres Licht als das gewöhnliche Leuchtgas.

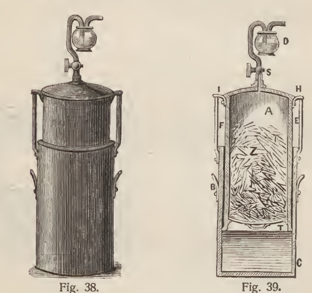


Fig. 38. Fig. 39.
Wasserstoff-Generator mit Wasserflasche.

So lange noch reichlich Zink in dem Behälter vorhanden ist, greift die Schwefelsäure das Kupfer nicht an.

Es sei hier noch ein Generator von verbesserter Konstruktion beschrieben (Fig. 38 und 39). Dieser besteht aus zwei ineinander gleitenden Zylindern aus starkem Kupferblech, von 58 Zentimeter Höhe und 30 Zentimeter Durchmesser. Der innere Zylinder A ist oben mit einem festen Deckel versehen, in dessen Mitte sich eine Öffnung mit einem Schraubengewinde befindet. In dieses Gewinde wird ein Bleirohr S geschraubt, das mit einem Hahn versehen ist, und oben in ein kleines Glas-

gefäß D bis auf den Boden eintaucht, während ein gekrümmtes Kupferrohr, wie bei den gewöhnlichen Waschgefäßen, nur durch den oberen Verschluß hineinragt. Unten läßt sich der Zylinder A durch einen losen durchlöcherten Boden T aus Kupferblech verschließen. Der äußere Behälter C hat an den Seiten zwei Handgriffe B. Durch zwei an dem Zylinder A angebrachte Haken I H läßt sich dieser auf den am Behälter C festigten Stangen E F um 20 Zentimeter heben und so feststellen, wenn der Apparat außer Gebrauch gestellt werden soll. In den Behälter C gießt man mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser, in A bringt man Zinktafeln oder Abfälle, die dann auf dem Boden T ruhen. So wie der Apparat abgebildet ist, kann keine Wasserstoffentwicklung stattfinden. Erst wenn man den Zylinder A in B einsinken läßt, kann das saure Wasser auf das Zink einwirken, wodurch dann sogleich Wasserstoffgas entbunden und durch das Bleirohr getrieben wird. Dann passiert es das zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllte Glasgefäß D, um durch einen Schlauch zu dem Brenner geleitet zu werden. Der Behälter A faßt eine genügende Menge Zink, um zwei Laternen sechs Stunden lang ununterbrochen mit Wasserstoffgas zu speisen.

Im übrigen komme man nie mit einem Licht an das Wasserstoff-Gasometer oder den Sack!

Komprimierter Wasserstoff.

Ebenso wie komprimierten Sauerstoff kann man auch komprimierten Wasserstoff in Stahlflaschen beziehen; diese sind, um Verwechslungen mit den Sauerstoff-Flaschen auszuschließen, rot gestrichen und mit Linksgewinde versehen. Der Wasserstoff wird fabrikmäßig nach dem im vorgehenden Kapitel beschriebenen Verfahren hergestellt, oder auf elektrolytischem Wege durch Zersetzung von Wasser (als Nebenprodukt des Sauerstoffes) gewonnen.

Was die Inhaltsbestimmung der Wasserstoff-Zylinder angeht, so gilt dafür dieselbe Regel, wie wir sie oben im Kapitel über den komprimierten Sauerstoff gegeben haben. — Es

kommt hier ebenfalls ein Druckreduzier-Ventil zur Verwendung, von gleicher Konstruktion wie oben beschrieben, nur mit Linksgewinde. —

Die Anwendung des komprimierten Wasserstoffes wird dadurch etwas umständlich, daß man zweimal soviel Wasserstoff braucht als Sauerstoff, also auf jede Flasche Sauerstoff zwei Flaschen Wasserstoff. Der komprimierte Wasserstoff wird verhältnismäßig weniger zur Darstellung des Kalklichtes benutzt, während die Anwendung des verdichteten Sauerstoffes eine sehr ausgedehnte ist.

Die Kalklicht-Brenner.

Das Kalklicht wird, wie bereits erwähnt, dadurch erzeugt, daß man ein brennendes Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff (oder als Ersatz dafür Leuchtgas, Dampf von Äther usw.) auf ein Stück gebrannten Kalkes leitet. Man bedient sich dazu des Kalklichtbrenners.

Die verschiedenen Konstruktionen der Kalklicht-Brenner teilen sich ein in

Sicherheitsbrenner und
Brenner für gemischte Gase.

Der Unterschied besteht darin, daß bei den Sicherheitsbrennern der Wasserstoff resp. das Leuchtgas eine besondere Rohrleitung bis zum Austritt aus dem Brenner hat, während im anderen Brenner beide Gase vor dem Austritt sich mischen. Der Effekt ist dieser: im Sicherheitsbrenner ist ein Zurückschlagen der Flamme nicht zu befürchten, was beim andern Brenner unter Umständen vorkommen kann; dagegen liefert der Brenner für gemischte Gase ein mehr als doppelt so helles Licht, was gleichbedeutend ist mit einem um so viel größeren Bild auf der Wand.

Für Vorstellungen im größeren Maßstabe ist demnach der Brenner für gemischte Gase jedenfalls zu wählen. Übrigens ist bei einiger Vorsicht das Brennen gemischter Gase kaum gefährlicher, als das Brennen von Leuchtgas im Hause. Ja, es gibt jetzt Mischbrenner, die ebenso sicher sind, wie die Sicherheits-Brenner, und bei denen ein Rückschlagen der Flamme unmöglich ist. Nur beim Arbeiten mit Gassäcken ist Vorsicht geboten, insofern, als man während des Brennens das Gewicht nicht vom Sack entfernen darf, weil unter ungünstigen Verhält-

nissen dadurch das Gas in den Sack zurückgesaugt werden kann. Die Furcht vor den Mischbrennern datiert von früher her, wo man lediglich mit Gassäcken arbeitete und die modernen Brennertypen noch nicht existierten.

Der Sicherheitsbrenner besteht aus zwei Messingröhren, deren eine mit dem Sauerstoffbehälter, die andere mit dem Wasserstoffbehälter resp. der Gasleitung verbunden wird. Es geht das Sauerstoffrohr O durch die ganze Messinghülse hindurch bis an die vordere Öffnung. Es kann sich daher der Sauerstoff erst außerhalb der Hülse mit dem aus H entweichenden Wasserstoffgas mischen; zugleich ist die Ausflußöffnung

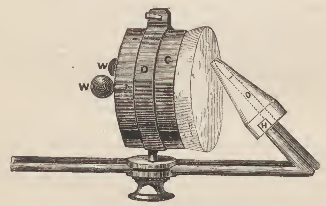


Fig. 40. Sicherheitsbrenner.

sehr eng. Man erreicht mit dieser Brennerkonstruktion ein sehr kräftiges, helles Licht. In Fig. 40 bezeichnet C den Messingzylinder, in dem das Kalkstück steckt, D die Klammer zum Halten des Zylinders, und W W zwei hölzerne Knöpfchen zum Drehen desselben.

Eine andere Konstruktion des Sicherheitsbrenners ist in Fig. 41 dargestellt. Bei diesem Modell werden statt scheibenförmiger Kalkstücke solche in Zylinderform benutzt; diese sind der Längsrichtung nach durchbohrt und werden auf einem Stift des Brenners aufgesteckt. Der Träger des Stiftes gleitet zwischen den beiden Rohren und kann nach vorwärts und rückwärts bewegt werden, wodurch sich die Entfernung des Kalk-

zylinders von der Brennerspitze regulieren läßt. Eine Schraube fixiert die Stellung des Trägers. Vermittelst einer Zahnradübertragung kann man von hinten her den Kalkzylinder drehen, sowie gleichzeitig heben oder senken. Es ist dies notwendig, weil die getroffene Stelle des Kalkzylinders abgenutzt und daher von Zeit zu Zeit der Stichflamme eine neue Fläche geboten werden muß. Der Brenner wird getragen durch einen Fuß

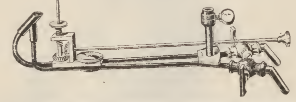


Fig. 41. Sicherheitsbrenner.

(s. Fig. 42), er besteht aus einer metallenen Fußplatte mit aufgesetztem Stabe, auf den die Hülse des Brenners aufgesteckt wird. Dieser kann nun zur Zentrierung auf- und abwärts wie auch seitlich bewegt werden. Eine Flügelschraube dient zur Feststellung. In gewissen Fällen, wie z. B. beim Projizieren mit einem stark vergrößernden Mikroskop, ist eine sehr feine Zentrierung erforderlich; es ist dann ein Fuß mit Triebeinstellung empfehlenswert, bei dem der Brenner durch Drehen eines Schraubenkopfes gehoben und gesenkt wird.

Fig. 42. Fuß für den Kalklichtbrenner.

Die Gase werden bei dem Brenner durch die beiden Rohre geleitet, und zwar führt man den Sauerstoff in den rechten Hahn, das Leuchtgas (oder Wasserstoff) in den linken Hahn; die Mischung der Gase findet erst an der Spitze statt.

In der nächsten Abbildung (Fig. 43) ist ein Brenner für gemischte Gase dargestellt; er unterscheidet sich von dem zuerst besprochenen und abgebildeten Sicherheitsbrenner nur dadurch, daß das Sauerstoffrohr kürzer ist und in der Hülse selbst endigt. Die Gase mischen sich infolgedessen bereits in der Hülse H; es wird dadurch eine intensivere Stichflamme und da-

mit ein helleres Licht erzielt. Die meist gebräuchliche Form des Mischbrenners gibt die folgende Abbildung (Fig. 44) wieder. Hier wird ebenfalls der Sauerstoff rechts, der Wasserstoff (resp. Leuchtgas, Ätherdampf usw.) links eingeführt. Die Mischung der Gase findet vorne am Brenner in einer Misch-

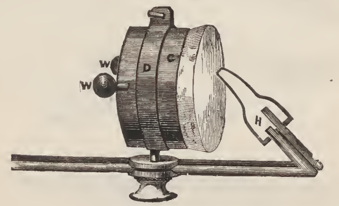


Fig. 43 Brenner für gemischte Gase.

kammer statt, von der aus das Gemisch durch ein etwas gebogenes Rohr zur Brennerspitze gelangt. Im übrigen gleicht die Konstruktion dem oben beschriebenen Sicherheitsbrenner.

Der Mischbrenner erfordert, daß die beiden Gase, der Sauerstoff wie das brennbare Gas, unter genau gleichem

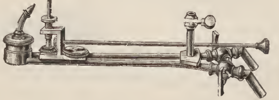


Fig. 44. Brenner für gemischte Gase.

Drucke stehen; arbeitet man mit Gassäcken, so halte man diese gleich stark beschwert, andernfalls kann es vorkommen, daß sich der Inhalt des mehr beschwerten Sackes in den weniger beschwerten ergießt, wodurch eine gefährliche, explosive Gasmischung sich bildet. Zweckmäßig ist es, die beiden Gassäcke aufeinander zwischen zwei Bretter zu legen und zu be-

schweren; man hat dann einen ziemlich gleichmäßigen Druck. Es sei übrigens bemerkt, daß jetzt nur noch selten mit zwei Gassäcken gearbeitet wird, wohl wendet man den Gassack für den Sauerstoff an. Als brennbares Gas werden vornehmlich Leuchtgas aus der Rohrleitung, Wasserstoff (komprimierter) aus dem Stahlzylinder und Ätherdämpfe benutzt.

Die Anwendung des Mischbrenners beschränkt sich (wenn man von der Verwendung zweier Gassäcke absieht) auf die Fälle, erstens, wo man Sauerstoff und Wasserstoff aus Stahlflaschen entnimmt, zweitens, wo man mit Ätherdämpfen arbeitet; bei der Benutzung von Ätherdämpfen mag der Sauerstoff aus dem Stahlzylinder, dem Gassack oder dem Gasometer entnommen werden.

Was nun die Wirkungsweise der Mischbrenner angeht, so ist zur Erzielung einer starken Stichflamme eine gehörige Mischung der Gase von großer Bedeutung. In den gewöhnlichen Mischbrennern werden die Gase wohl gemischt, aber die Mischung ist noch keineswegs eine vollkommene. Man hat daher, um die Lichtstärke möglichst in die Höhe zu treiben, Mischbrenner (Typus der Intensivbrenner) mit großer Mischkammer konstruiert, innerhalb der die Gase durch eingelegte, abwechselnd in der Mitte und am Rande durchbohrte Scheiben, sowie Drahtsiebe zu möglichst vollkommener Mischung gezwungen werden. Des weiteren wird beim Mischbrenner die Kraft der Stichflamme und damit die Lichtstärke durch Erhöhung des Druckes, unter welchem die Gase in den Brenner eintreten, gesteigert; der Verbrauch an Gas nimmt damit natürlich auch zu, zumal da die Brenneröffnung bei Anwendung hohen Druckes eine größere sein muß. Die für intensive Leuchtkraft bestimmten starken Brenner bedürfen einer feinen Regulierung der Gaszufuhr und werden daher mit Ventilhähnen versehen.

Neben Sicherheits- und Mischbrenner steht nun noch, die Vorteile beider verbindend, eine dritte Brennerart, der Typus des sogen. Starkdruckbrenners. Dieser Brenner läßt sich, um dies von vornherein zu konstatieren, nur mit komprimiertem Sauerstoff verwenden. Dagegen kann das brennbare Gas, in der Regel Leuchtgas aus der Hausleitung, unter ganz geringem

Druck stehen. Es wird bei diesem Brenner das Prinzip des Injektors angewendet: der unter hohem Druck stehende Sauerstoff saugt das Leuchtgas an. Die aus dem Injektor austretenden Gase passieren eine Mischkammer, bevor sie die Brennerspitze erreichen. Der Starkdruckbrenner, der im Aussehen dem Mischbrenner gleicht, ersetzt den Sicherheitsbrenner; dieser konnte früher einzig und allein in Frage kommen, wenn es sich darum handelte, Leuchtgas aus der Rohrleitung zu verwenden; seine Leistungsfähigkeit ist aber eine ungleich größere. Während man sich beim Sicherheitsbrenner auf verhältnismäßig schwachen Arbeitsdruck des Sauerstoffes beschränken muß, indem man durch Erhöhung desselben das Licht verschlechtert, wird beim Starkdruckbrenner gerade der Druck des Sauerstoffes ausgenutzt, und durch Steigerung die Lichtstärke immer weiter in die Höhe getrieben. Da bei diesem Brenner ein Rückschlagen der Flamme infolge des Konstruktions-Prinzips ausgeschlossen und er gleichzeitig ein Mischbrenner ist, so kann man ihn auch als Sicherheits-Mischbrenner bezeichnen.

Um auf den Sicherheitsbrenner zurückzukommen, so steht dieser jetzt nur in Frage, wenn man den Sauerstoff dem Gasometer oder Gassack entnimmt; es ist unrationell, ihn bei Anwendung von komprimiertem Sauerstoff zu benutzen, und eine falsche Sparsamkeit, ihn in solchem Falle anzuschaffen, weil er billiger ist.

Die Kalkzylinder.

Diese sind besonders hergestellte Zylinder oder aber sehr reine ausgewählte Stücke von gewöhnlichem ungelöschten Kalk oder Wiener Kalk, die mit einer alten Säge, und einer Raspel oder dem Messer so geformt sind, daß sie in den Halter gehen. Man verwahre alle Kalkabfälle und bringe sie mit den Stücken in gut verschlossene Gläser oder Blechbüchsen.

Wenn die Flamme einige Zeit auf den Kalk eingewirkt hat, verliert dieser seine Leuchtkraft. Man dreht ihn dann etwas.

Auf diese Art kann ein Kalkstück mehrere Male wieder verwendet werden.

Der Kalkhalter ist außerdem so konstuiert, daß man, wenn ein ganzer Kreis von Löchern eingebrannt ist, das Kalkstück drehen und dadurch der Flamme eine ganz frische Fläche darbieten kann.

Durch unreines Leuchtgas wird der Kalk geschwärzt; reines Wasserstoffgas läßt ihn weiß.

Weicher Kalk liefert etwas besseres Licht als der harte; aber die Stichflamme brennt sehr rasch ein Loch hinein, und das verursacht, daß man den Kalk öfter drehen muß. Bei Anwendung eines sehr starken Gasdruckes ist harter Kalk unbedingt notwendig, denn der weiche hält der intensiven Stichflamme kaum stand.

Ein Rezept zur Anfertigung von Kalkzylindern ist folgendes: 100 Gramm Wiener Kalk werden fein gepulvert und mit 40 Gramm gepulverter kohlensaurer Magnesia gemischt. Das Gemenge wird übergossen mit einer Mischung von 100 ccm Wasser und 50 ccm einer 10prozentigen Gummiarabicum-Lösung, welcher 40 Tropfen Rüböl zugesetzt waren. Die Masse wird verknetet und in Formen gepreßt, in denen man sie langsam erstarren läßt. —

Es ist eine alte und immer wieder neue Streitfrage, welche Form der Kalkstücke besser ist: Kalkscheiben, die in eine Metallhülse eingeklemmt werden, oder Kalkzylinder, die der Längsachse nach durchbohrt und auf einen Stift aufgesteckt werden. Beide Formen sind gut. Das Vorurteil, das manche gegen die Zylinderform haben, gründet sich, wenn überhaupt auf solche, dann auf die schlechte Erfahrung mit schlechten oder verdorbenen Kalkzylindern, oder aber mit weichen Kalkzylindern, die bei starkem Gasdrucke nicht standhielten. Die Kalkzylinder-Fabrikation ist nun gegen früher fortgeschritten; sie liefert ein sehr hartes Produkt, das der intensivsten Stichflamme gut standhält und gleichzeitig ein kräftiges Licht abgibt. Man bekommt die Kalkzylinder im Handel in zwei Größen; die große Sorte, auch Kalkklötze genannt, ist für solche Brenner bestimmt, die (bei Anwendung eines starken Gas-

druckes) eine größere Stichflamme geben und denen dadurch eine größere Wirkungsfläche geboten wird.

Die Kalkzylinder haben die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen, und sie zerbröckeln dann allmählich. Um dies zu verhindern, werden die Zylinder in luftdicht verschlossene Blechbüchsen (ähnlich den Konserven-Büchsen) verpackt und aufbewahrt. Auch wird, um den Kalk gegen Verwittern zu schützen, empfohlen, ihn in geschmolzenes Paraffin oder Bienenwachs, bei möglichst geringer Wärme, zu tauchen, oder aber die Stücke mit Kollodion zu überziehen. Vor dem Gebrauch ist die Schicht zu entfernen.

Sehr wichtig ist es, die Kalkstücke erst langsam zu erwärmen, also die Leuchtgas- (Wasserstoff- oder Äther-) Flamme einige Minuten allein klein brennen zu lassen, damit die Feuchtigkeit langsam ausgetrieben wird und der Kalk trocknet. Würde man von vornherein Sauerstoff zugeben und die intensive Flamme gegen das Kalkstück richten, so würde das im Kalk enthaltene Wasser plötzlich in Dampf verwandelt und der Zylinder in Stücke gesprengt werden. Auch ist es gut, während des Erwärmens den Zylinder zu drehen.

Da die Kalkstücke, wie erwähnt, gegen Luft und Feuchtigkeit empfindlich sind und man daher damit rechnen muß, daß infolge schlecht geschlossener oder undichter Büchse ein Kalkstück einmal zerbröckelt, so tut man gut, ein oder mehrere Stücke in Reserve zu halten. Man benutzt zum Aufbewahren der Reservezylinder mit Vorteil eine Büchse, wie sie in der beigegebenen Figur abgebildet ist; diese läßt sich durch einen aufgeschraubten Deckel gut verschließen, und die Kalkstifte können jeden Augenblick leicht daraus entnommen werden.

Fig. 45. Büchse für Kalkzylinder.

An dieser Stelle müssen wir auch des Zirkons gedenken; es fand in früheren Jahren im Linnemannschen Brenner augedehntere Anwendung. Das Zirkonlicht kann mit dem Kalklicht in Bezug auf Helligkeit nicht im mindesten konkurrieren, abgesehen davon, daß die Zirkonblättchen einmal sehr teuer und dann noch sehr wenig haltbar sind.

Sicherheits-Vorrichtungen gegen Explosionsgefahr.

Das Kalklicht ganz ungefährdet zu handhaben, muß Aufgabe eines jeden sein, der damit umgeht. Explosionen durch zufällige oder absichtliche Mischung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas sind äußerst selten in letzter Zeit. Das liegt, wie bereits erwähnt, daran, daß jetzt seltner mit zwei Gassäcken gearbeitet wird, und auch die Brennerkonstruktionen verbessert sind.

Es ist ganz unzweifelhaft, daß die Projektionen erst dann in voller Schönheit hervortreten, wenn das Licht möglichst hell ist und sie dadurch in genügender räumlicher Größe gezeigt werden können. Wie schon gesagt, ist das mit gemischten Gasen erzielte Licht doppelt so hell, als das, welches der Sicherheitsbrenner liefert. Da der Gaskonsum, also der Kostenpreis des Lichtes nicht höher ist, als bei dem kaum halb so intensiven Licht des Sicherheitsbrenners, so ist es von der höchsten Wichtigkeit, die Bedingungen zu studieren, unter denen eine Explosion bei den gemischten Gasen entstehen kann und zu versuchen, ob ihr nicht mit Sicherheit vorgebeugt werden könne.

Man weiß, daß ein Gemisch von einem Volumteile Sauerstoffgas und zwei Volumteilen Wasserstoffgas mit dem Namen Knallgas bezeichnet wird, und daß diese Mischung, wenn sie mit Feuer in Berührung kommt, äußerst explosiv ist. Man mischt deshalb bei der Erzeugung des Kalklichtes diese Gase erst kurz vor der Brenneröffnung in einer Metallkapsel, in die sie durch zwei besondere Schläuche eingeleitet werden. Die Öffnung des Brenners ist so klein, daß bei fortgesetztem gleichmäßigem Druck in den Gasbehältern die Flamme nicht zurückschlagen kann. So weit ist die Sache also ganz gefahrlos. Vorsichtsmaßregeln sind namentlich am Platze beim Arbeiten mit Gassäcken. Es kann z. B. vorkommen, daß die beiden Säcke ungleich beschwert sind, oder z. B. ein Beschwerungsstück von einem Sack herabfällt, so wird, weil eben die Ausflußöffnung der Gase dieselbe bleibt, eine Leitung zwischen

dem Inhalt beider Säcke sich einstellen, wodurch das Gas aus dem mehrbeschwerten Sack in den minderbeschwerten durch die Schläuche eindringt; dann ist, da die Bewegung eine rückläufige ist, es sehr wohl möglich, daß die Flamme in den minderbeschwerten Sack zurückschlägt, dort die zur Explosion neigende Gasmischung vorfindet und diese entzündet.

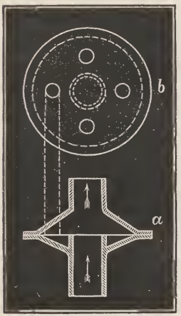


Fig. 46. Sicherheitsventil.

Man sieht, die ganze Gefahr liegt in der Rohrleitung; diese müßte mit einer Vorrichtung versehen werden, welche wohl den Ausfluß des Gases zum Brenner, aber nicht das Zurückfließen in den Sack oder Gasbehälter gestattet. Solche Vorrichtungen, die man Sicherheitsventile nennt, sind allerdings schon früher benutzt worden, meist mit Anwendung von Federkraft, wobei das Gas beim Ausströmen den Druck einer schwachen Feder zu überwinden hat, die die Leitung sofort schließt, wenn das Gas rückwärts fließen sollte. Metallfedern werden aber durch die Gase bald angegriffen und untauglich gemacht. Das obenstehend abgebildete Sicherheitsventil W. J. Chadwick's sucht diesen Übelstand zu vermeiden. Es besteht aus zwei stumpfen konischen Scheiben, die fest aufeinandergeschraubt sind. Sie halten zwischen sich mit dem Rande ein Stück Wachstaffett, das sich nur sehr schwach gegen das Gaseinführungsrohr spannt. Durch den Gasdruck wird es von dem Rohr entfernt, und das Gas entweicht durch die in den Taffet geschnittenen 4 runden Öffnungen zu dem Rohr, das zum Brenner führt. Das Ventil ist in a im Durchschnitt gezeichnet, b zeigt die Taffet-Scheibe. Die Pfeile geben den Fluß des Gases an.

In diesem Ventil, das in die Schlauchleitung zwischen Sack und Brenner eingeschaltet wird, ist ein Zurückfließen des Gases unmöglich, denn der Taffet wird sich sofort fest auf das untere Rohr auflegen und kein Gas hindurchlassen.

Mit der Leuchtglasleitung läßt sich zu jeder Zeit die Brauchbarkeit des Ventiles prüfen; est ist deshalb eine Knallgasexplosion bei seiner Verwendung nicht mehr zu fürchten. Der Wachstaffet wird durch die Gase nicht verändert und bleibt stets brauchbar.

Dieses Ventil ist auch möglicherweise den mit feinem Platinnetz verlöteten Rohrstücken, die man wohl in die Gasleitung einschaltet, vorzuziehen.

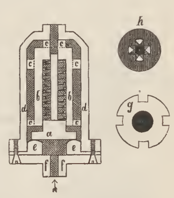


Fig. 47. Sicherheitsventil.

Ein anderes Ventil, um das Zurückschlagen der Gase zu verhüten, hat Heimendinger konstruiert; durch einen schwachen Federdruck hört ohne Schädigung des sicheren Verschlusses der Gasdurchfluß auf, sobald der Druck auf beiden Säcken nicht vollständig gleichmäßig ist.

a Kolben mit Stange, welcher durch die Feder auf c gedrückt wird;

b Federhaus;
c Führung für b;
d Zylinder;
e Gummi-Verschluß, zugleich Dichtung;
Deckel;
g untere Ansicht von b;
h obere Ansicht von b.

Die in der umstehenden Zeichnung (Fig. 47) mit c bezeichneten Teile umschließen das Federhaus nicht vollständig, sondern haben Ausschnitte wie g zeigt. Der obere Teil besteht nur aus vier Dreiecken, wie in Fig. h.

Je dichter die Ventile beim Brenner angebracht sind, um so mehr erfüllen sie ihren Zweck. Ein Überströmen der Gase ist dabei unmöglich, da nur der Druck im Sack das Ventil geöffnet hält. Für jeden Brenner wären zwei Ventile nötig, und zwar aufrechtstehend in den Boden des Kastens eingelassen.

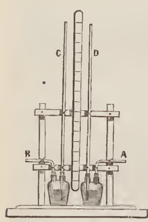


Fig. 48. Manometer.

Wenn Kautschuksäcke als Gasbehälter angewendet werden, und man versuchen will, ob der Druck genügend und kein Leck vorhanden ist, wird man mit Vorteil das hier abgebildete Manometer benutzen. Es besteht aus einem hölzernen Gestell von 45 Zentimeter Höhe auf einer Holzplatte von 15 × 6 Zentimeter, aus zwei Flaschen mit doppeltem Hals oder mit doppelt durchbohrten Stopfen und den vier Glasröhren A B C und D, ferner einer Skala in der Mitte. Die Flaschen sind zu zwei Drittel mit Wasser gefüllt. Die Röhren A und B werden mit den Gasschläuchen verbunden; beim Öffnen der Hähne steigt das Wasser in den Röhren C und D, so daß man auf der Skala nachlesen kann, wie stark der Druck ist.

Wenn auch die vorstehend beschriebenen Sicherheitsvorrichtungen bei den heute meist gebräuchlichen Darstellungs-Methoden des Kalklichtes weniger in Betracht kommen, so glaubte ich diesen Abschnitt aus der früheren Auflage doch nicht streichen zu dürfen, da sonst die Vollständigkeit des Werkes gelitten hätte.

In den Fällen, wo bei den modernen Kalklicht-Einrichtungen eine Sicherung gegen Rückschlagen der Gase erforderlich erscheint, wird eine einfache Vorrichtung, das Sicherheitsrohr benutzt. Es ist dies ein in der Mitte zylindrisch erweitertes Rohr (Fig. 49); die beiden Enden des Zylinders sind durch feinmaschige Drahtgewebe geschlossen, die bekanntlich keine Flamme durchlassen. Der Zwischenraum zwischen diesen Drahtnetzen (also der Hohlraum des Zylinders) ist mit feinen

Bimssteinstückchen gefüllt. Dadurch ist die Sicherung eine vollkommene. — Von Zeit zu Zeit, am besten vor jeder Vorstellung, überzeuge man sich durch Hindurch-Pusten, ob sich auch der Bimsstein nicht festgestopft hat und den Gasdruck schwächt. Sollte dies der Fall sein, so schüttelt man, und wenn das nicht hilft, so schraubt man die Röhre auseinander, lockert die Stückchen und schüttet, wenn nötig, etwas davon ab.

Um das Sicherheitsrohr stets wirkungsvoll zu erhalten, ist es von größter Wichtigkeit, wenn einmal die Flamme darin zurückschlägt, sowohl die Netze wie auch den Bimsstein zu ersetzen, da sonst eigentümlicherweise beim nächsten Male die Flamme hindurchschlagen kann. Es sei übrigens noch bemerkt, daß bei den modernen Mischbrennern bereits in der Mischkammer zweckmäßigerweise Drahtnetze angebracht sind, die die zurückschlagende Flamme hemmen, so daß das Sicherheitsrohr erst im Notfalle in Tätigkeit zu treten braucht. Natürlich müssen nach dem oben Gesagten auch die Drahtnetze in der Mischkammer erneuert werden, wenn die Flamme dagegen geschlagen ist.

Fig. 49. Sicherheitsrohr.

Schlägt die Flamme einmal durch den Brenner zurück (infolge fehlender oder nicht mehr wirkender Drahtnetze in der Mischkammer), so fliegen unter Knall die Schläuche ab. Die Sicherheitsrohre werden möglichst nahe am Brenner angebracht, also durch kleine Stückchen Schlauch mit den Hähnen verbunden. Je länger nämlich die Schlauchleitung vom Brenner zum Sicherheitsrohr ist, desto größer ist die Menge des Knallgases, das, im Schlauch befindlich, durch die zurückschlagende Flamme entzündet wird, und desto stärker wird dementsprechend der Rückschlag.

Zum Rückschlagen neigt besonders die Acetylen-Sauerstoff-Flamme. Man schaltet hier in der Regel in die Schlauchleitung zwischen Acetylenentwickler und Brenner eine Wolfsche Waschflasche ein, die einen Rückschlag der Flamme auffängt.

Das Projizieren mit Kalklicht.

Vorweg bemerke ich, daß die Darstellung des Kalklichtes mit Hilfe von Ätherdämpfen und dergleichen im folgenden Kapitel besonders behandelt wird, und daß sich dieser Abschnitt nur auf die Fälle beschränkt, wo Wasserstoff oder Leuchtgas zur Anwendung kommt.

Ob nun mit Gassack, Gasometer oder mit komprimierten Gasen gearbeitet wird — die Handhabung des Brenners ist im großen und ganzen dieselbe. In der Regel ist der rechte Hahn des Brenners (gelb gefärbt) für den Sauerstoff bestimmt und wird durch einen Schlauch mit dem Gasbehälter verbunden, der linke (schwarz gefärbt) für das brennbare Gas und führt man in diesen durch Schlauchleitung das Leuchtgas oder den Wasserstoff. Nachdem die Laterne aufgestellt ist, öffnet man den Wasserstoffhahn des Brenners und zündet das Gas an. Man bringt das Kalkstück in die richtige Entfernung von der Brennerspitze und läßt es zuerst ganz heiß werden, bevor man den Sauerstoffhahn öffnet. Dies ist nötig, um den Kalk zu schonen, der fast immer zerspringt, wenn man ihn ohne Vorwärmung der enormen Hitze des Knallgasgebläses aussetzt. Den Sauerstoff läßt man langsam zu, bis das Mischungsverhältnis zum Wasserstoff das richtige zu sein scheint, und das Licht hell und voll ist; der Kalk erglüht an dem getroffenen Punkte mit lebhafter Lichtentwicklung. Das anfangs unruhige Licht wird nach einigen Minuten ganz ruhig und regelmäßig. Um das reinste Licht zu erhalten, ist etwas Übung erforderlich. Man öffnet beide Kranen vollständig, dann schließt man den Wasserstoff- (resp. Leuchtgas-) Kranen so weit, bis das Licht intensiv und rein ist. Schließlich versucht man, ob man etwas Sauerstoff absperren kann, ohne daß das Licht leidet.

Von der richtigen Regulierung der Hähne und dem Druck, unter dem die Gase stehen, dann von der richtigen Entfernung zwischen Spitze des Brenners und Kalk, und zwischen Kalk und Kondensor hängt das Zustandebringen des schönsten reinsten Lichtes ab. Zuviel von dem einen oder anderen Gas erzeugt Pfeifen, was nicht stattfinden darf. Zuviel Wasserstoff erkennt man an einer reichlichen roten Flamme um das

Kalkstück, und Überschuß von Sauerstoff an der Abwesenheit der roten Flamme und mangelhaftem Licht. Die Gase müssen vorsichtig reguliert werden, bis sie geräuschlos verbrennen, eine kleine rote Flamme geben und den Kalk da, wo sie ihn treffen, zu kräftigem, weißem Licht erglühen machen. Nachdem die Beleuchtung in gutem Gange ist, justiert man den Brenner, man bewegt ihn nach oben, nach unten, nach rechts, nach links, dann vor- und rückwärts, bis man die Stellung gefunden hat, wo die Wand (ohne Bild) gleichmäßig erhellt ist. Wenn alles in dieser Weise vorbereitet ist, wird die Vorstellung glatt und ohne Unterbrechung vor sich gehen; es ist dann nur nötig, von Zeit zu Zeit den Kalk-Zylinder zu drehen. Nach beendeter Vorstellung dreht man erst den Sauerstoffhahn zu und dann den Wasserstoffhahn.

Man beachte wohl:

Stets wird zuerst das Leuchtgas oder Wasserstoffgas angezündet;

will man auslöschen, so schließt man zuerst den Sauerstoffhahn.

Diese letztere Regel gilt jedoch nicht für den Fall, daß zur Darstellung des Kalklichtes Ätherdämpfe benutzt werden (siehe nächstes Kapitel), was hier, damit Irrtümer vermieden werden, vorweg bemerkt sei. — Es mögen nun noch einige Mitteilungen folgen, die für das Arbeiten mit Gassäcken, sowie weiter solche, die bei Anwendung komprimierter Gase von Wichtigkeit sind.

Während der Projektion muß man zunächst bei Gassäcken, im Maße, wie sie sinken, die Kranen öffnen. Nach der Vorstellung bringt man die Säcke ins Freie und öffnet die Hähne, damit das Gas entweichen kann.

Das Gewicht, womit die Gassäcke beschwert werden, muß sich nach der Beschaffenheit der Brenner richten, da sonst die Beleuchtung nicht nach Wunsch ausfallen kann. Es entsteht deshalb die Frage, welches ist für jede Kalklichtbrenner-Art die geeignetste Belastung der Gassäcke? Baker gibt hierüber einige interessante Notizen.

Bei Brennern für Oxycalciumlicht: Belastung des Sauerstoffsacks 12½ bis 18 Kilo.

Bei Sicherheitsbrennern für Sauerstoffgas und Leuchtgas (Hausgas): 45 bis 50 Kilo auf den Sauerstoffgassack, je nach dem Druck, welcher auf der Hausgasleitung liegt.

Bei Sauerstoff-Wasserstoffgasbrenner für gemischte Gase 63 bis 76 Kilo, wenn beide Säcke mit einem Brett beschwert werden.

Es ist hierbei vorausgesetzt, daß in jedem Falle die Säcke soviel Sauerstoffgas enthalten als für zwei Stunden ausreichend ist. Wenn das Gas zur Hälfte verbraucht ist, sollte überall noch ein Gewicht von ungefähr einem Viertel des ursprünglichen auf den Sack gestellt werden. Man benutzt Gewichte von länglicher Form, weil diese nicht vom Brett herabrollen können.

Sehr häufig sind auch an ungenügender Beleuchtung undicht schließende Verbindungsstücke, Hähne, und besonders auch undicht gewordene Kautschukschläuche schuld. Selbst bei vorsichtigster Behandlung des Apparates kommt es vor, daß Schrauben lose werden und die Kautschukschläuche ihre Elastizität verlieren und knicken, oder die über den Gashahn gespannten Enden sich ausweiten und infolgedessen undicht schließen. Man schneide deshalb von Zeit zu Zeit ein Stück des Schlauches ab, damit ein neues Ende über den Hahn gespannt wird. Sorgfältig untersuche man ferner die Verbindungen des Gassackes mit den Kautschukschläuchen, da auch diese leicht in Unordnung geraten können. Wo man bemerkt, daß eine Verbindung nicht mehr dicht ist, umwickle man sie fest mit Draht. — Diese Regel ist besonders auch dann zu beachten, wenn man komprimiertes Gas benutzt, weil dies unter viel höherem Druck steht. Namentlich wenn es gilt, den zur Verfügung stehenden Druck auszunutzen und ein möglichst intensives Licht zu erzielen, ist es erforderlich, einen kräftigen Kautschukschlauch (nicht den gewöhnlichen Gasschlauch) zu verwenden und ihn am Brenner wie am Druckreduzierventil mit umgezogenen Draht zu befestigen, damit ein Absprengen des Schlauches vermieden wird.

Etwas abweichend von der oben angegebenen Handhabung der Kalklichtbrenner hat man beim Starkdruckbrenner zu verfahren. Dieser wird, wie früher erwähnt, benutzt, wenn

komprimierter Sauerstoff und Leuchtgas aus der Rohrleitung zur Verfügung stehen. Man öffnet hier zunächst den linken Hahn (Leuchtgas) und zündet an, wartet bis der Kalkzylinder gut vorgewärmt ist, öffnet, nachdem am Druckreduzierventil die Handstellschraube (links herum) herausgedreht ist, sowohl den rechten Hahn am Brenner (vollständig) sowie das Ventil der Sauerstoff-Flasche. Alsdann dreht man die Handstellschraube des Druckreduzierventils (rechts herum) hinein und läßt damit Sauerstoff zu. Nachdem eine kräftige Stichflamme erzeugt und der Kalkzylinder weißglühend ist, dreht man den Leuchtgashahn (links) soweit ab, bis die rotgelbe Flamme um das Kalkstück verschwindet. Eine weitere Regulation der Brennerhähne ist alsdann nicht mehr nötig; der Sauerstoffhahn (rechts) bleibt überhaupt immer vollständig geöffnet. Durch Steigerung des Arbeitsdruckes (indem die Handstellschraube weiter hineingedreht wird) kann man die Intensität des Lichtes nach Belieben in die Höhe treiben, und zwar momentan, so daß man z. B. auch während der Vorführung einzelne dunkle Bilder durch kräftiger aufgesetztes Licht aufbessern kann. Umgekehrt wird die Lichtstärke geschwächt, indem man den Druck mindert. Nach der Vorstellung dreht man zunächst die Handstellschraube des Druckreduzierventils heraus, bis der Sauerstoff abgesperrt ist, schließt dann das Ventil an der Stahlflasche und den Leuchtgashahn. Was die Höhe des Druckes angeht, unter dem der Sauerstoff zum Brenner zutritt, so genügt meist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Atmosphäre, doch kann man, wenn nötig, bis zu 1, ja $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre gehen; in letzterem Falle muß man, um die Stichflamme voll auszunutzen, große Kalkzylinder benutzen. Der Sauerstoffverbrauch ist natürlich bei so hohem Drucke ein entsprechend großer. —

Der Anschluß an die Leuchtgasleitung läßt sich meist leicht bewerkstelligen; auf Bühnen ist vielfach ein Hahn vorgesehen, sonst entnimmt man das Gas einem Kronleuchter oder Wandarm. Dazu wird der abnehmbare Teil des Glühlichtbrenners (welche jetzt fast überall im Gebrauch sind) abgehoben und der Schlauch über den Bunsenbrenner gesteckt; die Luftlöcher klebt man mit gummiertem Papier zu. Es ist das allerdings

eigentlich ein Notbehelf; zweckmäßiger wendet man ein U-Stück an; dieses wird an Stelle des abgeschraubten ganzen Brenners eingeschraubt. — Bei dieser Gelegenheit sei noch

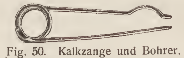


Fig. 50. Kalkzange und Bohrer.

eines kleinen Instrumentes gedacht, das dem mit Kalklicht Arbeitenden, sofern er Kalkzylinder verwendet, gute Dienste leistet; es dient dazu, wenn nötig, das Loch des Zylinders aufzubohren und, als Zange verwendet, das heiße Kalkstück abzuheben (siehe Figur 50).

Äther-Saturator und Gasator.

An Stelle von Wasserstoff oder Leuchtgas können, wie vorher erwähnt, auch Dämpfe von Äther, Alkohol, Benzin, Spiritus usw. zur Darstellung von Kalklicht verwandt werden. Die hierzu erforderlichen Einrichtungen seien im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

Hauptsächlich verwendet man Äther und man hat zwei Apparate, die dazu dienen, den Äther in gasförmigem Zustande dem Brenner zuzuführen: den Äthersaturator und den Gasator.

Der Gasator zunächst ist ein mehrteilges Gefäß; es wird zu etwa ¾ mit Äther gefüllt und durch einen Schlauch mit dem linken Hahn (L) des Starkdruckbrenners verbunden, wie die Abbildung 51 zeigt. Wenn man nun durch den rechten Hahn (S) einen kräftigen Sauerstoffstrom einblasen läßt, so übt der Brenner auf den Gasator eine saugende Wirkung aus und dieser Apparat tritt dann von selbst in Tätigkeit. Unter der Wirkung der Saugkraft strömt nämlich durch eine kleine Öffnung Luft ein, streicht durch die verschiedenen Gefäße und sättigt sich mit Ätherdämpfen; das Gemisch, das man als „Luftgas" bezeichnet, wird noch getrocknet und gelangt dann durch den Schlauch in den Brenner, dort mit dem Sauerstoff zu einer intensiven Stichflamme sich vereinend.

Es ergibt sich daraus, daß der Gasator nur verwandt werden kann, wenn ein starker Sauerstoffdruck zur Verfügung

steht, und daß außerdem ein Brenner mit saugender Wirkung, wie der Starkdruckbrenner, erforderlich ist.

Als Füllung für den Gasator wird reinster Schwefeläther (spezifisches Gewicht 0,72) benutzt. Auf Vorsicht mit diesem leicht entzündlichen Material sei besonders hingewiesen. An Stelle von Äther kann man auch Ligroin, Gasolin und leicht flüssiges Benzin verwenden, jedoch ist das, was man unter diesen Namen im Handel bekommt, in vielen Fällen zu schwerflüchtig und ungeeignet. Schwefeläther ist weitaus das beste Material und auf jeden Fall vorzuziehen.

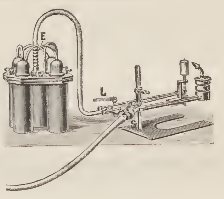


Fig. 51. Gasator.

Der Gasator faßt zu ¾ gefüllt etwa 450 ccm Äther. Der Verbrauch ist zwar pro Stunde kaum größer als etwa 100 ccm, jedoch erleichtert die starke Füllung die Vergasung, und da der Rest in die Flasche zurückgegossen wird, geht nichts verloren. Nachdem Füllen, was nicht bei offenem Licht geschehen darf, muß der Apparat wieder gut geschlossen werden.

Um das Licht darzustellen, öffnet man beide Hähne des Brenners, dreht die Stellschraube des Druckreduzierventils langsam hinein, bis an der Brennerspitze ein schwaches Rauschen bemerkbar ist und zündet dann nach einigen Augenblicken an. Die entstehende Stichflamme stellt man zunächst auf einige Minuten klein, um das Kalkstück vorzuwärmen; alsdann werden beide Hähne wieder geöffnet und die Stellschraube im Druckreduzierventil so weit hineingedreht, daß der

Brenner das gewünschte Licht gibt, worauf man den Brennerhahn wie beim Arbeiten mit Leuchtgas einreguliert. Mit Hilfe der Stellschraube des Druckreduzierventils kann man auch hier die Helligkeit des Lichtes steigern und schwächen.

Das Auslöschen des Lichtes geschieht, indem man zuerst den linken Brennerhahn schließt und dann den Sauerstoff am Druckreduzierventil und an der Stahlflasche absperrt. Der nicht verbrauchte Äther wird in die Vorratsflasche zurückgegossen.

Der Äthersaturator, der ebenfalls zur Darstellung von Kalklicht mit Hilfe von Ätherdämpfen dient, arbeitet in anderer Weise als der Gasator. Er besteht aus einem starkwandigen Metallgefäß mit aufgeschraubtem Deckel, das im Innern durch Zwischenwände in mehrere Kammern geteilt ist; das Gefäß ist mit einer porösen Masse, Bimstein oder dergl., die den Äther aufsaugt, gefüllt. Durch einen Hahn A wird der Ätherdampf mittelst Schlauchleitung zum Brenner geführt; um dem vergasenden Äther den nötigen Druck zu geben, leitet man den aus Gassack, Gasometer oder Stahlflasche entnommenen Sauerstoff durch den Hahn E in den Saturator. Recht verstanden — es ist eine Zweigleitung des Sauerstoffs, die lediglich dazu dient, den entwickelten Ätherdampf vorwärts zu drücken; der Vorteil dieser Anordnung ist der, daß beide Gase, der Ätherdampf (links) und der Sauerstoff (rechts) unter gleichem Druck in den Brenner treten und daher der Mischbrenner verwendbar ist. Nebenbei bemerkt, könnte man hier den Sicherheitsbrenner überhaupt nicht brauchen.

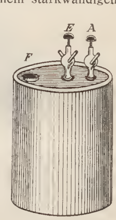


Fig. 52.
Äther-Saturator.

Der Äther, der in den Saturator als Flüssigkeit eingefüllt wird, muß in dem Apparate vergast werden. Der Äther verdampft nun bekanntlich schon bei normaler Zimmertemperatur; die Verdampfung hat aber eine Abkühlung zur Folge. die eine weitere Vergasung mit der Zeit behindert, wenn nicht von außen Wärme zum Ausgleich zugeführt wird. Wie außer-

ordentlich stark diese Abkühlung unter Umständen sein kann, geht daraus hervor, daß ich bei Anwendung sehr hohen Druckes und eines viel Gas verbrauchenden Brenners im Verlauf von zehn Minuten am Äther-Saturator einen Eisniederschlag erhielt; die Abkühlung ist, wie leicht ersichtlich, um so stärker, je größer der Gasverbrauch ist. Beim Arbeiten mit einem schwächeren Brenner, der wenig Ätherdampf verbraucht, ist eine besondere Erwärmung des Saturators nicht erforderlich, wenn nur der Raum normale Zimmertemperatur hat. Ist dagegen der Gasverbrauch ein starker, oder steht der Apparat im Winter auf einer kalten Bühne, so muß man dem Saturator soviel Wärme zuführen, daß die durch die Vergasung verbrauche Wärme ersetzt wird und die Verdampfung des Äthers gleichmäßig sattfindet. Dabei muß aber eine zu starke Erwärmung vermieden werden, indem sonst eine überstarke Vergasung eintritt und der Überschuß an Ätherdämpfen sich dann leicht in dem Schlauche zum Brenner kondensiert, abgesehen davon, daß der Brenner zuviel Gas erhält und eine Neu-Regulierung der Hähne erforderlich wird. Gewöhnlich genügt es, den Saturator dicht neben oder hinter die Projektions-Laterne zu stellen; eventuell öffnet man noch die seitliche Türe des Skioptikons, so daß der Saturator den Strahlen der Lichtqulle ausgesetzt ist. Manche Operateure wickeln den Äther-Saturator in ein großes wollenes Tuch ein, das vorher an einem Ofen durch und durch gewärmt ist. Den Apparat in heißes Wasser zu setzen oder auf das Dach der Laterne zu stellen oder durch eine Flamme zu erwärmen, ist nicht angängig, da hier eine zu starke Vergasung eintritt oder mindestens zu befürchten ist. In dieser Hinsicht werden leicht Fehler gemacht von solchen, die mit dem Wesen des Äther-Saturators nicht recht vertraut sind, und bei Mißerfolgen dann dem Apparate die Schuld geben. Als einfachster Anhalt mag dienen, daß der Äther-Saturator handwarm bleiben soll; während der Vorführung kann man das von Zeit zu Zeit leicht kontrollieren.

Man hat nun auch Saturatoren konstruiert, die mit dem Brenner fest verbunden sind und in die Laterne zu stehen kommen; die nebenstehende Abbildung gibt einen solchen

Apparat wieder. Hier wird die im Gehäuse entwickelte Wärme zur Vergasung des Äthers verwandt. Apparate dieser Art sind, wenn zweckmäßig und solid konstruiert, recht brauchbar; allerdings haben die meisten, wie auch der abgebildete, den Nachteil, daß sie verhältnismäßig wenig Äther aufnehmen und die Brenner demgemäß für einen stärkeren Gasverbrauch und ein besonders kräftiges Licht nicht eingerichtet sind. —

Bevor ich zur Handhabung des Äther-Saturators übergehe, muß ich noch über das Prinzip desselben Einiges ausführen, da die allgemein verbreiteten Ansichten falsch sind. Es heißt

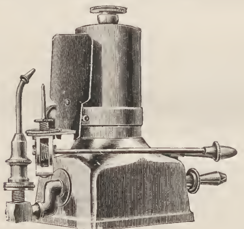


Fig. 53. Äther-Saturator.

bei Beschreibung dieser Apparate stets: man leitet einen abgezweigten Strom des Sauerstoffes durch den Äther-Saturator, woselbst er sich mit Ätherdampf s ä t t i g t (daher der Name „Saturator“ = „Sättiger“), und führt ihn dann, als Ersatz des Wasserstoffes, zum Brenner, um dort in Gemeinsamkeit mit einem Strom „reinen“ Sauerstoffes zur Erzeugung der Stichflamme zu dienen. Man nimmt also an, daß der auf den Äther-Saturator aufgesetzte Sauerstoff und Ätherdampf zum Brenner wandert. Es liegt nun auf der Hand, daß ein solches Gemisch bereits eine Stichflamme erzeugt, während doch aber der Äther-Saturator dazu da ist, den Wasserstoff oder das Leuchtgas zu ersetzen — um erst im Brenner mit Sauerstoff gemischt

zu werden. Ein richtig gebauter Äther-Saturator, bei richtiger Handhabung, arbeitet auch in der Weise, daß er nur reinen Ätherdampf zum Brenner liefert; der aufgesetzte Sauerstoff soll eben lediglich dazu dienen, den vergasten Äther vorwärts zu drücken. Das dem so ist, habe ich schon vor Jahren durch Versuche festgestellt, und zwar in der Weise, daß ich zwei gleichbeschwerte Sauerstoff-Gasometer aufstellte, das eine an den Äther-Saturator anschloß, das andere mit dem Brenner verband. Während nun das letztere in einer bestimmten Zeit 120 Liter Sauerstoff abgeben mußte, wurden aus dem andern nur 2½ Liter Sauerstoff verbraucht. Es war darnach gelegentlich etwas Sauerstoff durch den Saturator hindurchgedrungen. Bei einem zweiten Versuche füllte ich das an den Saturator angeschlossene Gasometer mit Luft; der Lichteffekt war, wie vorauszusehen, derselbe, aber von Zeit zu Zeit trat eine Verdunklung ein. Sie wurde dadurch hervorgerufen, daß etwas Luft zum Brenner hindurchging und der Stickstoff desselben dort eine Abkühlung der Stichflamme hervorrief. —

Zum Arbeiten mit dem Äther-Saturator darf man nur reinsten Schwefeläther (spezifisches Gewicht etwa 0,72) verwenden; es muß eben ein leicht verdunstendes Material sein, das zudem keine Rückstände gibt, die den Apparat mit der Zeit verstopfen würden. Äther ist bekanntlich sehr leicht entzündlich, und man muß daher sehr vorsichtig damit umgehen. Vor allem soll man den Saturator nicht bei Licht füllen, indem der Äther selbst auf mehrere Meter Entfernung hin Feuer fängt; am sichersten wird das Füllen bei Tage vorgenommen. Es empfiehlt sich übrigens an sich schon, den Äther eine oder mehrere Stunden vor Gebrauch einzufüllen, da er dann Zeit hat, von dem porösen Material gut aufgesaugt zu werden, und alsdann von vornherein (was besonders bei Kälte wichtig) eine bessere Vergasung garantiert ist.

Das Einfüllen des Äthers geschieht durch eine am Apparat vorgesehene Füllschraube; diese muß nachher wieder fest angezogen werden. Auch sollen die Ventilhähne des Saturators bei Nicht-Gebrauch gut geschlossen sein, da der Äther außerordentlich leicht verdunstet. Selbst bei gutem Verschluß wird,

wenn der Apparat längere Zeit gefüllt steht, es kaum zu vermeiden sein, daß etwas von dem Inhalt durch Herausdunsten verloren geht, besonders bei warmem Wetter. Abdichten der Hähne mit Fett oder dergl. nutzt nichts, da Äther diese Stoffe löst. Auch Gummi wird vom Äther angegriffen, man muß daher Schläuche bester Qualität verwenden. Zum Aufbewahren des Äthers sind die explosionssicheren Gefäße zu empfehlen.

Der Verbrauch an Äther hängt von der Art des angewandten Brenners ab sowie von dem Arbeitsdruck des Sauerstoffes. Man kann per Stunde auf 50 bis 100 ccm Äther rechnen; mehr als 100 ccm wird man niemals brauchen. Man tut gut, die Einfüllung reichlich zu bemessen, damit sie auf jeden Fall bis zum Schlusse der Vorstellung gut vorhält; denn während der Vorstellung nachzufüllen, geht nicht an. Für einen Projektionsvortrag ist zumeist eine Füllung von 200 ccm ausreichend. Wieviel Äther nachher noch im Apparat enthalten ist, und wieviel für die nächste Vorführung nachgefüllt werden muß, kann man dem Saturator nicht ansehen, jedoch läßt sich das durch Abwiegen des Apparates feststellen. Man muß dazu natürlich das Gewicht des leeren Saturators kennen. Es ist dabei zu beachten, daß 100 ccm Äther nur etwa 75 gr wiegen.

Um den Apparat in Betrieb zu setzen, sind zunächst folgende Schlauchverbindungen zu machen: 1) einer der beiden Rohransätze des Ventilhahns E am Saturator mit dem Sauerstoff-Gasometer oder Sack resp. dem Druckreduzier-Ventil am Stahlzylinder; 2) der zweite Rohransatz des Hahnes E mit dem rechten Hahn des Brenners (Sauerstoff-Hahn); 3) der Ventilhahn A des Saturators mit dem linken Hahn des Brenners (Wasserstoff-Hahn).

Wenn man gegen ein Rückschlagen der Flamme gut gesichert sein will, besonders beim Arbeiten mit Gasometer oder Gassack, empfiehlt es sich, in die beiden Schlauchleitungen zum Brenner je ein Sicherheitrohr (wie weiter oben beschrieben) einzuschalten, und zwar möglichst nahe am Brenner. Die Schlauchverbindungen nimmt man bei geschlossenen Hähnen vor. Nachdem ein Kalkstück aufgesetzt ist, öffne man beide Hähne des Äther-Saturators, den Hahn am Gasometer, Gas-

sack oder Sauerstoff-Zylinder (resp. Druckreduzier-Ventil) und schließlich den linken Hahn des Brenners (der rechte bleibt geschlossen). Nach einigen Augenblicken (zuvor muß die Luft entweichen) kann man anzünden. Man stelle den linken Hahn des Brenners so ein, daß eine kräftige Flamme herausschlägt. Die Flamme muß weiß oder gelbweiß gefärbt sein, da nur reiner Ätherdampf zum Brenner gelangen soll. Tritt Sauerstoff durch den Saturator mit hindurch, so zeigt die Flamme eine dunkelgelbe, ins Purpur spielende Farbe, wenn die Beimischung gering ist; ist die Beimischung von Sauerstoff stark, so bekommt man eine blaue Stichflamme, die das Kalkstück bereits in schwache Weißglut bringt. In dem Falle soll man unter keinen Umständen weiter arbeiten, ohne zuvor den Übelstand behoben zu haben. Dreht man nun den linken Brennerhahn wieder zu, so wird mit ziemllicher Gewißheit die Flamme mit einem kurzen, scharfen Knall auslöschen, da das die Stichflamme erzeugende Gasgemisch explosiver Natur ist. Die rückschlagende Flamme schlägt sich dabei in der Mischkammer des Brenners tot; ist dort aber keine Sicherung angebracht oder die vorhandene nicht ausreichend, so wird die Flamme auch das in der Schlauchleitung befindliche Gasgemisch entzünden und den Schlauch vom Brenner abknallen. Wenn kein Sicherheitsrohr vorgesehen ist, kann die Flamme auch bis in den Äther-Saturator schlagen, wo sie sich dann in der porösen Füllung fängt. Anfänger und Laien werden durch den Knall natürlich erschreckt. Es gibt aber ein einfaches Mittel, das Rückschlagen der (falsch brennenden) Flamme beim Auslöschen zu vermeiden: man öffnet zuvor langsam den rechten Hahn des Brenners (Sauerstoff-Hahn) und dreht dann erst den linken Hahn zu; alsdann bläst der im Überschuß vorhandene Sauerstoff die Flamme aus, so daß sie nicht zurückknallen kann.

Der Grund, weshalb unter Umständen die Ätherflamme von vornherein blau brennt — also Sauerstoff mit zum Brenner gelangt, muß (vorausgesetzt, daß der Saturator in Ordnung ist) darin gesucht werden, daß entweder der Äther infolge zu niedriger Temperatur zu schwach vergast oder die Ätherfüllung zu gering ist. In der einen oder anderen Weise muß Abhilfe geschafft werden.

Hat man übermäßig viel Äther in den Saturator gefüllt, so kann dies zur Folge haben, daß der Sauerstoff flüssigen Äther in den Brenner treibt. Man muß dann den Überfluß an Äther aus dem Saturator abschütten resp. herausblasen.

Brennt nun die Ätherflamme gelbweiß und groß, wie es sich gehört, so läßt man, nachdem das Kalkstück gehörig vorgewärmt ist, durch langsames Öffnen des rechten Brennerhahns allmählich Sauerstoff zu und erzeugt so eine Stichflamme, die den Kalk in intensive Weißglut versetzt. In der Regel wird sich um den Kalk noch eine rötlichgelbe Flamme zeigen; man entfernt sie durch entsprechendes Abdrehen des linken Brennerhahns. Das Maximum des Lichtes sucht man durch Regulieren der beiden Hähne zu erreichen; dabei sollen die Hähne stets nur langsam gedreht werden.

Die Helligkeit des Lichtes kann gesteigert werden durch Erhöhung des Sauerstoff-Druckes, was durch stärkere Beschwerung des Gasometers oder Gassackes resp. durch weiteres Hineindrehen der Handstellschraube des Druckreduzierventils am Stahlzylinder bewirkt wird. Auch hier soll man nur langsam vorgehen und nicht plötzlich den Druck erhöhen oder schwächen.

Zischt der Brenner, so dreht man den rechten Brennerhahn zu und öffnet ihn vorsichtig wieder, eventuell wiederholt; wenn nötig, reguliert man auch am linken Hahn. Ist auf diese Weise das Zischen nicht zu beseitigen, so ist der aufgesetzte Sauerstoffdruck für den betreffenden Brenner zu stark, und muß man den Druck herabsetzen. Sollte auch das nichts nützen, so wird die Brennerspitze nicht rein sein.

Während der Vorführung muß dafür Sorge getragen werden, daß der Äther gleichmäßig vergast. Wie das geschieht, ist bereits angeführt: man stellt den Saturator neben oder hinter die Laterne oder wickelt ihn in ein am Ofen gut durchwärmtes, großes wollenes Tuch. Eine zu starke Erhitzung des Saturators ist ebenso zu vermeiden wie eine zu starke Abkühlung: der Apparat soll handwarm bleiben. Es ist zu beachten, daß ein kalter Luftzug (Öffnen der Türe oder eines Fensters) die Vergasung plötzlich ins Stocken bringen oder zum mindesten abschwächen kann.

Zeigt sich während der Vorführung erneut eine rötlichgelbe Flamme um den Kalkzylinder, die durch Abdrehen am linken Hahn entfernt wird, so ist das ein Zeichen dafür, daß der Äther zu stark vergast. Läßt andrerseits die Helligkeit mit der Zeit nach und muß man, um das Licht aufrecht zu erhalten, nach und nach am rechten Brennerhahn abdrehen, so ist das ein sicheres Merkmal dafür, daß die Vergasung des Äthers infolge zu niedriger Temperatur zu schwach ist oder (wenn letzteres ausgeschlossen) das die Äther-Füllung zu Ende geht.

Eine übermäßig starke Erhitzung des Saturators kann noch zur Folge haben, daß, wie weiter oben bereits angedeutet, der Überschuß an Ätherdämpfen sich in der Schlauchleitung kondensiert, d. h. flüssig wird und ein Zucken des Lichtes veranlaßt. Man muß in solchem Falle den Brenner abstellen und den Äther aus dem Schlauche entfernen. —

Zum Auslöschen des Lichtes schließt man zuerst den linken Hahn des Brenners (also anders wie beim Arbeiten mit Wasserstoff und Leuchtgas, wo zuerst der rechte Hahn geschlossen wird) alsdann alle übrigen Hähne. Der Grund ist folgender: durch das Abstellen des Ätherdampfes am Brenner bläst der noch weiter strömende Sauerstoff die Flamme aus; selbst wenn daher am Schlusse der Vorstellung der Äther einmal zur Neige geht oder die Vergasung des Äthers nachläßt, so daß vom Saturator ein Gemisch von Ätherdampf und Sauerstoff zum Brenner gelangt, ist bei diesem Verfahren des Auslöschens (zuerst linker Hahn zu!) ein Zurückschlagen der Flamme unmöglich.

Die Handhabung derjenigen Äther-Saturatoren, die mit dem Brenner fest verbunden sind und in die Laterne gestellt werden, ist dieselbe, nur mit dem Unterschiede, daß weniger Schlauchverbindungen herzustellen sind. —

Ich habe die Behandlung des Äthersaturators im vorstehenden sehr eingehend beschrieben, weil dieser Apparat seine Eigenheiten hat, die man genau kennen muß, um sicher damit arbeiten und ev. auftretende Fehler vermeiden zu können.

Es erübrigt hier noch, diejenigen Apparate zu besprechen, bei denen Alkohol- oder Spiritusdämpfe als Ersatz für den Was-

serstoff benutzt werden, wobei vorweg bemerkt sei, daß die mit diesen erzielte Helligkeit hinter allen anderen Arten des Kalklichtes zurücksteht. Bei einer älteren Konstruktion befindet sich die brennbare Flüssigkeit in einem Behälter, der an der Rückwand der Laterne aufgehängt wird oder auf entsprechend hohen Füßen steht, damit die Flüssigkeit unter einem gewissen Drucke in den Brenner gelangt. Der Abfluß des Behälters, durch einen Schlauch mit dem Brenner verbunden, ist durch einen im Boden befindlichen Hahn reguliert, an den zur Handhabung oben eine Kurbel angesetzt ist. Die Konstruktion des Brenneraufsatzes ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Das Stück a b ist ein massiver Messing-Zylinder von 22 Millimeter Durchmesser und 32 Millimeter Höhe. In diesen Zylinder sind zwei Löcher gebohrt, eines durch die Mitte o^1 für den Sauerstoff, das andere an der Seite h, für den Alkohol. Auf diesen Zylinder setzt sich mittelst einer Schraube ein hohler Zylinder j a von 13 Millimeter Durchmesser und 50 Millimeter Höhe, und auf die Öffnung o^1 schraubt sich ein Rohr von 2 Millimeter Durchmesser und 58 Millimeter Höhe; dieses Rohr ist am oberen Ende durch Hämmern abgeflacht, seine Öffnung bildet dort einen schmalen Schlitz von 4 Millimeter Breite. Der hohle Zylinder a wird mit Docht lose ausgefüllt. An Stelle des Dochtes kann auch ein Bündel feinen Eisendrahtes eingesetzt werden, welches den Vorzug hat, unverbrennlich zu sein.

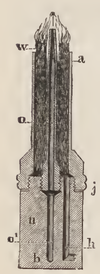


Fig. 54. Brenneraufsatz für Alkohol und Sauerstoff

Die Handhabung der Einrichtung ist nun folgende. Man dreht die Kurbel am Behälter zunächst nach r e c h t s, bis man auf Widerstand stößt, wodurch der Abfluß gänzlich verhindert wird. Dann füllt man das Gefäß zu drei Vierteln mit Weingeist, und dreht die Kurbel um drei Viertel des Kreisdurchmessers des Gefäßes nach links, bis der Spiritus an den Metalldocht fließt oder überfließt; darauf dreht man den Hahn A wieder

um die Hälfte des Kreises nach rechts, so daß er also um eine Viertel-Umdrehung geöffnet ist. Man entzündet jetzt den Weingeist im Docht und läßt den Sauerstoff zuströmen; wenn der Weingeist fortfährt überzufließen, dreht man den Hahn ein wenig nach rechts; scheint aber nach einiger Zeit zu wenig Weingeist zu kommen, so dreht man ihn einen Viertel-Zoll nach links. Durch die feine Adjustierung der Schraube kann man aber den Weingeist-Abfluß so regulieren, daß 1 Tropfen bis zu 60 Tropfen pro Minute kommen.

Wenn nach einigem Brennen der Spiritus im Gefäß abge-

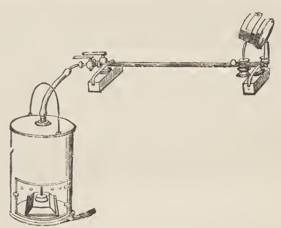


Fig. 55. Brenner für Sauerstoff und Alkoholdampf.

nommen hat, wird es zuweilen nötig sein, den Hahn etwas mehr zu öffnen. Gewöhnlich kann man aber eine ganze Stunde ruhig fortbrennen lassen.

Das schönste Licht bekommt man immer erst nach Verlauf einiger Minuten, anfangs kocht der Weingeist, dann aber wird er durch die Wärme des Brenners und des Kalks in Dampf verwandelt, und von da ab geht das Brennen so ruhig und regelmäßig vor sich, wie mit Gas.

Eine andere Vorrichtung zum Brennen von Alkohol- oder Petroleumdämpfen, die aber vielleicht etwas umständlicher ist, findet man in Fig. 55 abgebildet. Dies ist ein starkes Blechgefäß von ½ Liter Inhalt, das über einer Spirituslampe steht,

und dessen obere Öffnung mittelst eines Kautschukschlauchs mit dem Brenner in Verbindung steht. Man gibt in das Blechgefäß 200 bis 300 Gramm Weingeist; einige Minuten vor dem Gebrauch setzt man die brennende Spirituslampe darunter. Die Flüssigkeit im Blechkasten fängt bald an zu kochen. Die Dämpfe wirken ganz ebenso wie Leuchtgas. Man reguliert aber den Dampfzufluß nicht durch Drehen des Hahnes, sondern durch die Spirituslampe. Ein kleiner Übelstand bei dieser Vorrichtung ist der, daß die Metallteile den Dampf verdichten, deshalb müssen zwei kleine Spirituslampen an den Brenner angehängt werden, um das Metall zu erwärmen. Der Dampf kann sich alsdann nicht mehr verdichten. Der Konsum von Spiritus einschließlich der Lampen beträgt durchschnittlich 100 Gramm pro Stunde.

Der Generator wird so aufgestellt, wie aus der Zeichnung ersichtlich, daß nämlich die im Schlauch oder Brenner kondensierte Flüssigkeit durch den Schlauch in das Gefäß zurückfließen kann.

Das elektrische Bogenlicht.

Das elektrische Bogenlicht ist für Projektionszwecke eine geradezu ideale Lichtquelle: es ist außerordentlich intensiv, hat eine sehr geringe Ausdehnung, brennt ruhig und ist bequem in der Handhabung; auch läßt sich der Grad der Helligkeit in leichter Weise ändern. Nachdem jetzt fast jede größere Stadt und zahlreiche kleine Orte eine elektrische Zentrale haben, ist die Anwendung des Bogenlichtes im Skioptikon eine weit verbritete geworden.

Zur Darstellung des Bogenlichtes ist elektrischer Strom von gewisser Stärke erforderlich; er wird von der Zentrale geliefert und durch Kabel (analog wie Leuchtgas und Wasser durch Rohre) ins Haus geleitet. Wo eine solche elektrische Zentrale oder Anlage nicht vorhanden ist, wird man von der Verwendung des Bogenlichts meist absehen müssen; man kann den erforderlichen Strom allerdings mit Hilfe einer großen Anzahl von galvanischen Elementen selbst erzeugen, doch ist eine solche Batterie sehr kostspielig und äußerst umständlich in der Bedienung, so daß wohl niemand mehr dazu übergehen würde. Akkumulatoren-Batterien, die ebenfalls zur Lieferung des Stromes verwendet werden können, müssen zuvor durch elektrischen Strom geladen werden, setzen also überhaupt das Vorhandensein einer Zentrale oder einer anderen Stromquelle voraus. Die Schützenfeste usw. besuchenden Besitzer von Kinmatographen haben vielfach eine eigene kleine Zentrale in Gestalt eines Petroleum-, Benzin- oder Spiritusmotors oder einer Lokomobile in Verbindung mit einer Dynamomaschine, die auf einem Wagen montiert sind; sie benutzen dann den Strom gleichzeitig zur Außen- und Innenbeleuchtung des Zeltes.

Der elektrische Strom wird in zweierlei Arten hergestellt und von der Zentrale geliefert, und zwar als „Gleichstrom“ oder als „Wechselstrom“. Der Gleichstrom ist für Projektionszwecke bedeutend vorteilhafter als der Wechselstrom, jedoch muß man natürlich nehmen, was man bekommt. Der Unterschied der beiden Stromarten besteht, wie die Namen schon andeuten, darin, daß beim Gleichstrom die Elektrizität in einer Richtung läuft (wie das Wasser im Flußbett), während beim Wechselstrom die Stromrichtung fortwährend sich umkehrt, wechselt.

Die Darstellung des Bogenlichtes geschieht in der Bogenlampe und zwar in der Weise, daß zwischen zwei Kohlenstiften ein Funkenstrom übergeht, der die Kohlenspitzen in intensive Weißglut versetzt. Die Kohlenstifte brennen dabei allmählich ab, und da nun der Abstand der beiden Kohlenspitzen voneinander aufrecht erhalten werden muß, ist ein Nachschieben erforderlich. Man unterscheidet zwei Arten von Bogenlampen: automatische, bei denen der Nachschub selbsttätig durch einen Mechanismus erfolgt, und Handregulierlampen, bei denen man mit der Hand die Kohlen nachstellt. Die letzteren werden für Projektionszwecke weit mehr benutzt als automatische Lampen, und tatsächlich sind sie auch in vielen Fällen vorzuziehen.

Was nun die Wirkungsweise des Bogenlichtes angeht, so läuft zunächst bei Gleichstrom, wie oben bemerkt, der elektrische Strom stets in einer und derselben Richtung, und zwar läßt man ihn in der Lampe den Weg von dem oberen zum unteren Kohlenstift nehmen. Man nennt die obere Kohle, in die der Strom eingeführt wird, die positive, die untere die negative Kohle. Es zeigt sich nun, daß die obere (positive) Kohle doppelt so schnell abbrennt als die untere; um nun den Abbrand gleichmäßig zu machen, was für die Nachstellung von Vorteil ist, wählt man die obere Kohle entsprechend dicker. Des weiteren bildet sich an der positiven Kohle, dort wo der Funkenstrom ansetzt, eine Aushöhlung, ein Krater, während gegenüber an der negativen Kohle eine Spitze entsteht. Von diesem Krater aber geht die Hauptmenge des Lichtes aus; die Intensität der negativen Kohle und des Lichtbogens kommt dagegen

kaum in Betracht. Um die Kraterbildung zu fördern, wird die positive Kohle mit einem sog. Dochte aus weicherem Materiale, das schneller abbrennt, versehen. Man nennt diese Kohlen Dochtkohlen, die gewöhnlichen Kohlen dagegen Homogenkohlen.

Der Krater in der oberen Kohle ist die eigentliche Lichtquelle. Sozusagen sein eigener Reflektor wirft er das ganze Licht nach einer Richtung, und das ist gerade das, was wir wünschen. In den gewöhnlichen Bogenlampen, wie sie z. B. zur Straßenbeleuchtung dienen, stehen die Kohlen senkrecht über-

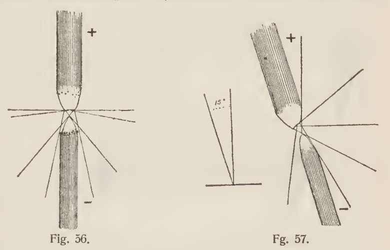


Fig. 56. Fg. 57.

einander und wird der Lichtkegel nach unten geworfen (Fig. 56). Eine derartige Anordnung ist für uns natürlich unbrauchbar, weil wir den Kondensor gleichmäßig beleuchten müssen. Man erreicht dies nun dadurch, daß man die Kohlen schräg stellt und dabei die untere Kohle gegen die obere etwas vorschiebt. Der Krater wird jetzt nach vorne zu gebildet und das Licht infolgedessen gegen den Kondensor gerichtet (Fig. 57). Neuerdings sucht man diesen Effekt zuweilen auch dadurch zu erreichen, daß man die positive Kohle wagerecht anordnet, während die untere, negative, senkrecht steht.

Der Abstand der Kohlenspitzen soll einige Millimeter betragen und muß innegehalten werden; da die Kohlen aber ab-

brennen, ist ein Nachschieben erforderlich. Wie weit die Kohlenspitzen genau voneinander entfernt sein müssen, das hängt von der Stärke des angewandten Stromes und der Dicke der Kohlenstifte ab; in der Praxis ergibt sich der richtige Abstand ganz von selbst. Wenn die Kohlen nämlich zu nahe aneinander sind, so macht sich ein lautes Zischen bemerkbar; die Spitze an der negativen Elektrode (d. h. der unteren Kohle) wird größer und wächst schnell in den Krater der positiven Kohle hinein, wie dies in Fig. 58 dargestellt ist. Schließlich berühren sich die beiden Kohlen und es entsteht Kurzschluß. — Ist an-

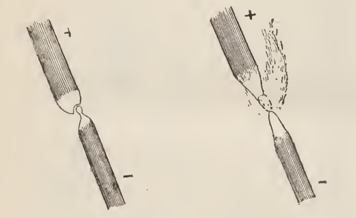


Fig. 58. Zu kleiner Abstand. Fig. 59. Zu großer Abstand.

dererseits der Abstand der Kohlen zu groß, so nimmt zunächst die Intensität des Lichtes ab, es bildet sich eine nach oben ziehende gelbrote Flamme (siehe Fig. 59); außerdem beginnt der Lichtbogen auf den Elektroden zu wandern, wodurch ein Flakkern des Lichtes erzeugt wird, und endlich, wenn die Kohlen nicht nachgestellt werden, erlischt das Licht.

Die bisherigen Angaben gelten für Gleichstrom. Bei Wechselstrom kann man von einer positiven und negativen Kohle nicht sprechen, indem die Stromrichtung fortwährend wechselt, die eben noch positive Kohle im nächsten Moment zur negativen wird usw. Der Abbrand der Kohlen ist hier der gleiche, man verwendet daher oben und unten gleich dicke Kohlenstifte

und zwar Dochtkohlen. Mit der Ausnutzung des ausgestrahlten Lichtes ist es nun beim Wechselstrom schlecht bestellt; denn die beiden Kohlenspitzen glühen in gleicher Helligkeit und werfen das Licht nach allen Seiten. Im besten Falle kann der Kondensor des Skioptikons nur einen (im Verhältnis zur Ausnutzung der Gleichstrom-Bogenlampe) geringen Teil der Strahlen auffangen. Die Kohlenstifte ordnet man bei Wechselstrom senkrecht übereinander an, so daß jede etwas Licht zum Kondensor spendet, oder man stellt die Lampe sehr stark schräg, so daß die obere Kohle direkt gegen den Kondensor arbeitet, während das Licht der unteren ganz verloren geht. Eine bessere Ausnutzung erzielt man durch Anwendung von exzentrisch gebohrten Dochtkohlen, einer Erfindung des Engländers Hepworth. Während die gewöhnlichen Dochtkohlen eine zentrale Durchbohrung haben, ist bei diesen der Docht außerhalb der Mitte, exzentrisch, angeordnet und zwar spannt man die Kohlen, senkrecht übereinander, derart ein, daß die Dochte dem Kondensor zugekehrt sind. Die Krater in den Kohlenspitzen bilden sich daher an dieser Seite und werfen so den größeren Teil des Lichtes nach vorne. Jedoch muß man bei Anwendung dieser Kohlen Obacht geben, daß (mit dem Abbrennen der Kohlen) der Lichtbogen nicht nach rückwärts springt; um dies zu vermeiden, muß man die Kohlen immer wieder rechtzeitig zusammendrehen und den Abstand nicht zu groß werden lassen. — Eine unangenehme Beigabe des Wechselstromes ist das Summen, das leider nicht zu vermeiden ist.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Regulation des Kohlenabstandes entweder automatisch oder mit der Hand geschieht. Die automatischen Bogenlampen nun werden für Projektionszwecke weit weniger benutzt als solche mit Handregulation, und zwar aus verschiedenen Gründen. Die Lampe mit Handeinstellung kann mit beliebiger Stromstärke (natürlich innerhalb gewisser Grenzen) benutzt werden, während man bei der automatischen auf eine bestimmte Stromstärke, auf die sie einreguliert ist, angewiesen ist; man hat es dadurch in der Hand, nach Bedarf eine mehr oder minder große Lichtstärke zu erzielen. Dies ist — um z. B. einen Fall herauszugreifen — von

Wichtigkeit, wenn man nach einer Vorführung von Laternbildern Darstellungen mit dem Projektions-Mikroskop bringt, welches ein wesentlich stärkeres Licht erfordert, damit die Bilder nicht abfallen. Ferner ist der Mechanismus der Handregulier-Lampe ein einfacher, der Vorführende hat die Kontrolle über sein Instrument, es kann nichts in Unordnung geraten, und endlich kann diese Lampe sowohl bei Gleich- als auch bei Wechselstrom verwendet werden. Unkundige glauben vielfach, die Einstellung mit der Hand bringe große Unbequemlichkeiten, Schwierigkeiten und wer weiß was sonst noch, mit sich und eine automatische Lampe sei zweckmäßiger, indem diese selbsttätig arbeite und man sich um nichts zu kümmern brauche. Indes unterscheidet sich die Handregulier-Lampe im Betriebe von der automatischen nur dadurch, daß man alle paar Minuten einmal durch Drehen eines Knopfes die Kohlen näher aneinander zu bringen hat; nun steht doch jemand beim Apparat, der die Laternbilder einsetzt, und für diesen ist es auch keine besondere Mühe, das Nachstellen der Kohlen zu besorgen. Tatsächlich gewöhnt sich der Vorführende an das Nachstellen bald derart, daß er es sozusagen „automatisch“ besorgt. (Dies nur, um dem Vorurteil gegen die Handregulier-Lampen zu begegnen.) Es soll hiermit nun keineswegs gesagt sein, daß automatische Lampen für Projektionszwecke nichts nütze wären. In manchen Fällen sind solche sehr empfehlenswert. Jedoch sind nur Lampen von guter Konstruktion und Ausführung wirklich geeignet; es gibt da manche automatische Lampen, die mehr der Nachhilfe mit der Hand bedürfen als eine Handregulier-Lampe.

Eine Bogenlampe für Handeinstellung ist in der beigegebenen Abbildung Fig. 60 zur Darstellung gebracht. K und L sind die Halter, in welche die Kohlenstifte eingespannt werden. Der große Trieb M dient zur Nachstellung der Kohlen, während der Spindeltrieb S gestattet, die obere Kohle vor und zurück zu bringen und so einzuregulieren, daß der Lichtkegel schön gegen den Kondensor fällt. Ferner sind zwei auf einer und derselben Achse vereinigte Triebvorrichtungen zur Zentrierung der Lampe vorgesehen: der Trieb B zur Einstellung der Höhe und

der Trieb C zur Regulierung der seitlichen Richtung. Unten hat die Lampe ein Gelenk mit Feststellschraube, so daß man sie für Gleichstrom schräg legen (wie in der Figur) sowie zur Verwendung mit Wechselstrom senkrecht stellen kann. Am Fuße sind zwei Polklemmen zur Befestigung der Zuleitungsdrähte angebracht. Dieses Modell eignet sich zum Arbeiten mit Stromstärken bis zu etwa 25 Ampères. Man baut nun auch sowohl Lampen, die für höhere Stromstärken sich verwenden lassen und kräftiger sind, als auch leichtere, die für nur wenige Ampères bestimmt sind und z. B. an einen Kronleuchter angeschlossen werden können.

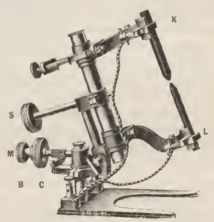


Fig. 60. Bogenlampe mit Handeinstellung.

Der elektrische Strom, der von der Zentrale geliefert wird, steht (ebenso wie das Wasser in der Wasserleitung oder das Leuchtgas in der Gasleitung) unter einem gewissen Druck, man sagt „Spannung“, und zwar hat man dem Einheitsmaße der Spannung die Bezeichnung „Volt“ gegeben. Wohl in den meisten Fällen hat der von der Zentrale gelieferte Strom eine Spannung von 110 Volt; mancherorts aber hat man Spannungen von 65, 120, 150, 220 oder gar 440 Volt. Für die Bogenlampe nun ist nur eine Spannung von rund 45 Volt erforderlich; der Überschuß an Spannung, der ein ruhiges Arbeiten der

Lampe unmöglich machen würde, muß daher vernichtet werden. Dies geschieht durch Vorschalten eines „Widerstandes“, d. h. eines Apparates, der im wesentlichen aus einem Rahmen mit aufgespannten Drahtspiralen besteht; der Draht, Eisen oder Neusilber, bietet dem hindurchgeleiteten elektrischen Strom einen Widerstand und vermindert dadurch die Spannung. Der Widerstand reguliert nun nicht bloß den Druck (die Spannung), sondern gleichzeitig auch die Menge der durchströmenden Elektrizität oder die Stromstärke. Je größer der Widerstand ist, desto geringer wird die Spannung und desto geringer zugleich die Stromstärke. Es ist gerade so wie bei der Wasserleitung: wenn man da durch Zudrehen des Hahnes den Druck mindert, so wird gleichzeitig auch die Menge des ausströmenden Wassers geringer. Wie nun als Einheitsmaß für die Spannung das Volt dient, so benutzt man als Einheitsmaß für den Widerstand das „Ohm“.

Die Helligkeit der Bogenlampe hängt von der Höhe der Stromstärke oder mit anderen Worten von der Zahl der Ampères ab. Es ist daher von Wichtigkeit zu wissen, welcher Widerstand der Lampe vorzuschalten ist, um eine bestimmte Stromstärke zu erhalten. Zwischen Stromstärke (Ampère), Spannung (Volt) und Widerstand (Ohm) besteht nun ein einfaches Verhältnis, das Ohmsche Gesetz, welches folgendermaßen lautet: die Stromstärke erhält man, indem man die Spannung durch den Widerstand dividiert, also Ampère $= \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$ oder aber man findet den Widerstand, indem man die Spannung durch die Stromstärke dividiert; also Ohm $= \frac{\text{Volt}}{\text{Ampère}}$. Dieses Gesetz gilt sowohl für den gesamten Stromkreis wie auch für jeden Teil. Um den Widerstand, der zur Erzielung einer bestimmten Ampèrezahl erforderlich ist, aufzufinden, wenden wir das Gesetz auf den Teil des Stromes an, der den Widerstand zu durchlaufen hat. Es sei beispielsweise die von der Zentrale gelieferte Spannung 110 Volt; die Bogenlampe braucht, wie oben erwähnt, rund 45 Volt; die im Widerstande zu vernichtende Spannung, d. h. die Spannung, welche

zwischen Anfang und Ende des Widerstandes bestehen, soll, beträgt also 65 Volt. Will man nun eine Stromstärke von 10 Ampères anwenden (Helligkeit bei Gleichstrom etwa 1000 Kerzen), so muß man einen Widerstand benutzen von 65 dividiert durch 10, mithin 6,5 Ohm. Will man 20 Ampères auf die Lampe aufsetzen, so ist ein Widerstand von 65 : 20 = 3,25 Ohm vorzuschalten.

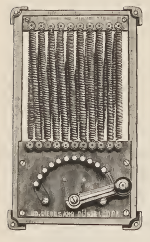


Fig. 66
Regulierbarer Widerstand.

Beträgt die Spannung im Netze 220 Volt, so muß der Widerstand 175 Volt vernichten; für eine Stromstärke von 10 Ampères ist daher hier ein Widerstand von 17,5 Ohm erforderlieh.

Welehe Spannung der von der elektrisehen Zentrale gelieferte Strom besitzt, kann man leicht durch Naehfrage in Erfahrung bringen, ebenso wie man auch wissen muß, ob man mit Gleich- oder Weehselstrom zu tun hat. Was nun den Widerstand angeht, so empfiehlt sieh im allgemeinen die Anwendung eines regulierbaren Widerstandes, bei dem man durch Drehen einer Kurbel mehr oder weniger Drahtspiralen einsehalten und somit die Stromstärke verändern kann. Diejenigen Widerstände, die bei elektrisehen Anlagen (Straßen-, Saalbeleuchtung usw.) zur Anwendung kommen, sind für unseren Zweek zu sehwach, indem dort stets zwei oder noeh mehr Bogenlampen hintereinander brennen und also eine wesentlich geringere Spannung zu verniehten ist, als bei uns, wo nur eine einzige Lampe brennt. Es sei noch bemerkt, daß die in dem Widerstande zu vernichtende Elektrizität dort in Wärme verwandelt wird; damit die Erhitzung der Drähte nun nieht eine zu starke wird und diese nieht zum Glühen kommen, müssen sie der Stromstärke entsprechend stark gewählt sein. Es geht daraus hervor, daß ein für niedrige Stromstärken bestimmter Widerstand nicht für eine hohe Ampèrezahl verwendet werden kann. In den meisten

Fällen ist ein Widerstand ausreichend, der eine Regulierung der Stromstärke von etwa 10 bis 20 Ampère gestattet; nur in sehr großen Sälen oder Theatern, wie bei Straßen-Lichtbildreklame in großem Maßstabe, ist es erforderlich, eine höhere Ampèrezahl anzuwenden.

Der Anschluß an die elektrische Leitung muß an einer Stelle geschehen, wo der Draht hinreichend kräftig ist, so daß dort die genügende Anzahl Ampères entnommen werden kann. In Sälen, wo Bogenlicht zur allgemeinen Beleuchtung dient, wird die dort liegende Hauptleitung in der Regel stark genug sein. Wo indes nur Glühlampen vorgesehen sind, muß man sich zuvor vergewissern. Ein Überschlag ist leicht zu machen: eine gewöhnliche Glühlampe von 16 Kerzen braucht (bei 110 Volt) ½ Ampère; sind nun in dem Raum 20 Glühlampen vorhanden, so ist die Zuleitung auf mindestens 10 Ampères berechnet und man kann den Anschluß dort bewerkstelligen, wenn man nicht mehr als 10 Ampères verwenden will; sind 30 Glühlampen vorhanden, so kann man bis zu 15 Ampères entnehmen. Ist die Zahl der Lampen jedoch geringer, beispielsweise 10, so ist es sehr fraglich, ob die Leitung kräftig genug zum Anschluß ist; wahrscheinlich wird sie auf nicht vielmehr als 10 Lampen (= 5 Ampères) berechnet, es sei denn, daß an denselben Leitungsstrang in einem Nebenraume noch Lampen angehängt sind. Wenn nötig, muß man den Anschluß auf dem Flur an der Hauptleitung vornehmen, von welcher der ins Zimmer führende Strang abgezweigt ist. Als Anhalt mag dienen, daß man die Leitungsdrähte in folgender Weise beanspruchen darf: solche von 1,8 mm Durchmesser bis zu 10 Ampère, von 2,3 bis zu 15 Ampère, von 2,8 mm bis zu 20 Ampère und solche von 3,6 mm Durchmesser bis zu 30 Ampère.

Es gibt nun noch eine Vorrichtung, die für den mit elektrischem Licht arbeitenden Projektions-Techniker zu kennen von Wichtigkeit ist: die Sicherung. Diese dient zum Schutze der Leitung. Wenn nämlich einmal durch Unvorsichtigkeit oder Zufall blanke Stellen der zwei Leitungsdrähte in Berührung kommen oder diese durch einen Metall-Gegenstand (beispielsweis eine Zange) kurz geschlossen werden — der Techniker

nennt das „Kurzschluß" — so wird die Leitung infolge des geringen Widerstandes plötzlich von einem starken Strome durchfloßen, der bei andauerndem Kurzschluß den Draht übermäßig erhitzen und durchbrennen würde. Um dies zu verhindern, wird an jede Abzweigsleitung eine Sicherung eingeschal-

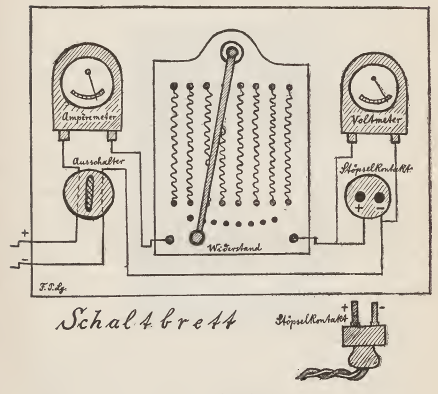


Fig. 62. Schaltbrett.

tet; diese besteht im wesentlichen aus einem Stück Bleidraht, der bei einer bestimmten Stromstärke durchschmilzt und dadurch den Strom öffnet. Natürlich wird die Stärke des Bleidrahtes in jedem Falle der Stärke der Leitung derart angepaßt, daß eine zu starke Belastung der letzteren unmöglich gemacht wird. Die Zahl der Ampères, die durchgelassen wird, ist auf die Sicherung aufgeschlagen. Wenn beim Projizieren mit

Bogenlicht plötzlich das Licht ausgeht, so wird in der Regel die Sicherung durchgebrannt sein; es war alsdann der entnommene Strom zu stark für die Leitung oder aber die eingesetzte Sicherung zu schwach. Um ein derartiges Vorkommnis zu vermeiden, tut man gut, zuvor die Sicherung nachzusehen; Unerfahrene ziehen zur Herstellung des Anschlusses am besten einen Fachmann zu Rate.

Für eine stationäre Projektions-Einrichtung ist die Anlegung eines „Schaltbrettes“ empfehlenswert; darauf werden montiert: der Widerstand, ein Ausschalter und ein Stöpselkontakt. Letzterer leitet den Strom zur Bogenlampe. Wer ein übriges tun will, bringt auf dem Schaltbrette noch ein Ampèremeter sowie ein Voltmeter an, ersteres zur Messung der Stromstärke, letzteres zur Messung der Spannung. Die Anordnung ist aus der beigegebenen Skizze (Fig. 62) ersichtlich.

Es sei noch bemerkt, daß man bei Wechselstrom an Stelle des Widerstandes mit Vorteil einen Transformator verwendet, welcher die Spannung des Leitungsnetzes auf die erforderliche Voltzahl herabsetzt, ohne daß man dabei, wie beim Widerstand einen großen Energieverlust hat. Es kommt dazu, daß die Lampe mit einem Transformator ruhiger brennt. Wenn der Apparat täglich mehrere Stunden im Betrieb ist, wie z. B. in einem Kinematographen-Theater, so empfiehlt es sich, den Wechselstrom mittelst einer Maschine in Gleichstrom umzuformen, die Anschaffungskosten kommen durch Ersparnis an Strom bald heraus.

Die Drahtleitung vom Widerstand zur Bogenlampe muß natürlich entsprechend kräftig gewählt werden; man benutzt dazu in der Regel sog. Doppelschnur. Ist die Lampe weit vom Schaltbrett entfernt, so empfiehlt es sich, beim Apparat noch einen Ausschalter anzubringen. Das Inbetriebsetzen der Lampe geschieht, indem man den Widerstand auf die gewünschte Ampèrezahl einstellt und den Ausschalter schließt. Bei der automatischen Bogenlampe stellt sich alsdann der Lichtbogen selbsttätig her, hat man hingegen eine Lampe mit Handeinstellung, so muß man die Kohlenstifte durch Bewegen des Regulationsknopfes zur Berührung bringen und schnell wieder

einige Millimeter auseinander drehen. Es ist nun — bei Gleichstrom — höchst wichtig, sich zu überzeugen, ob auch die Verbindungen richtig hergestellt sind, d. h. ob der positive Pol mit der oberen (Docht-) Kohle, der negative Pol mit der unteren (Homogen-) Kohle verbunden ist. Es gibt ein einfaches Mittel, dies zu erkennen. Nachdem die Lampe kurze Zeit gebrannt

Fig. 63. Elektrische Glühlampe für das Skioptikon.

hat, muß sich nämlich bei richtigem Anschluß in der oberen Kohle ein Krater bilden, die untere dagegen spitzenförmig anwachsen; dabei muß das Licht nach vorwärts geworfen werden. Ist es umgekehrt, d. h. bildet sich in der unteren Kohle eine Vertiefung und an der oberen eine Spitze, und fällt das Hauptlicht nach oben-rückwärts, so ist die Verbindung falsch. Man öffnet alsdann den Ausschalter und steckt den Stöpselkontakt umgekehrt ein oder aber wechselt die Drähte in den Polklemmen der Bogenlampe. Ein weiteres Merkmal besteht noch darin, daß beim Ausschalten die positive Kohle (infolge

der stärkeren Erhitzung) stärker und länger nachglüht als die negative; glüht mithin die untere Kohle länger nach als die obere, so ist die Verbindung nicht richtig. Wenn man bei Herstellung des Anschlusses nicht weiß, welches der positive und welches der negative Zuleitungsdraht ist, so verbindet man auf gut Glück und prüft die Richtigkeit in der oben beschriebenen Weise. Natürlich hat dies nur Geltung bei Gleichstrom, denn bei Wechselstrom gibt's, wie oben erwähnt, keinen positiven und negativen Pol.

Neue Kohlen zischen anfangs; es müssen sich zunächst Krater und Spitze bilden, bis die Lampe ruhig brennt. Was den Abstand der Kohlenspitzen und die fehlerhaften Erscheinungen bei zu kleinem wie zu großem Abstand angeht, so ist dieser Gegenstand weiter oben ausführlich behandelt. Als Anhalt für die Stärke der Kohlen mag dienen, daß man bei Gleichstrom bis zu 10 Ampères eine etwa 12 mm dicke Dochtkohle verwendet, bis zu 20 Ampères eine Kohle von etwa 18 mm Durchmesser; die Homogenkohle muß entsprechend dünner sein, für die beiden angeführten Stromstärken etwa 8 resp. 12 mm. Für Wechselstrom kommen oben und unten gleich starke Dochtkohlen zur Verwendung; man wählt deren Durchmesser gerne etwas kleiner, als ihn die Dochtkohle bei Gleichstrom haben würde.

Das elektrische Glühlicht.

Das elektrische Glühlicht ist, was die Handhabung anbelangt, unstreitig die bequemste Lichtquelle, während es sich in bezug auf die Helligkeit nur mit den schwächeren Projektions-Lichtquellen messen kann. Das elektrische Glühlicht setzt ebenso wie das Bogenlicht hochgespannten Strom voraus, der von einer Zentrale geliefert wird; an Selbstherstellen des erforderlichen Stromes durch galvanische Elemente ist kaum zu denken. Die gewöhnlichen Glühlampen sind für das Skioptikon nicht brauchbar: sie sind zu lichtschwach und das Licht ist zu wenig konzentriert. Man baut vielmehr für Projektionszwecke eine besondere Glühlampe, die sog. „Fokuslampe", welche umstehend (Fig. 63) in etwa halber natürlicher Größe dargestellt

ist. Diese Lampe wird vornehmlich für eine Lichtstärke von 100 Normalkerzen hergestellt; es sei noch bemerkt, daß sie der Spannung des Leitungsnetzes angepaßt sein muß. Beispielsweise darf eine für 110 Volt bestimmte Lampe nicht in einem Stromkreise von 120 Volt benutzt werden, da sie in solchem Falle unweigerlich verdorben wird.

Fig. 64.
Elektrische Glühlicht-Einrichtung.

Eine solche 100-kerzige Fokuslampe liefert ein gut beleuchtetes Lichtbild von 2 m im Quadrat; sie eignet sich namentlich vorzüglich für Darstellungen in der Familie, zu schwach ist sie hingegen für Projektionen in größeren Räumen. Die Lichtstärke der Lampen nimmt nach kurzer Zeit, wie bei jeder elektrischen Glühlampe ab, um dann lange auf einer Stufe stehen zu bleiben. Die Lebensdauer dieser hochkerzigen Glühlampen ist geringer als die der gewöhnlichen; jedoch reicht sie immerhin für ein paar hundert Projektions-Vorführungen, wenn die Lampe sonst nicht in Anspruch genommen wird, und mehr wird ja niemand verlangen. Im übrigen muß man die Fokuslampe vorsichtig behandeln; der Glühfaden ist sehr spröde und bricht durch Stoß oder heftigere Bewegung leicht ab.

Um die elektrische Glühlampe im Skioptikon anzubringen, wendet man eine Einrichtung an, wie sie obenstehend abgebildet ist. Die Lampe ist in eine an einem Halter angebrachte Fassung eingeschraubt und läßt sich zur Zentrierung an dem Stifte des Fußes der Höhe nach wie seitlich verstellen; ein Reflektor verstärkt die Wirkung. Der Anschluß kann im Zimmer direkt an die Leitung bewerkstelligt werden, entweder durch Benützung eines vorhandenen Steckkontaktes oder durch Verwendung eines Gewindestöpsels, mittelst dessen man den Strom jeder elektrischen Lampe, wie Kronleuchter, Tischlampe usw. entnehmen kann. Sind im Zimmer zum Ausschalten der Glühlampen, die ja während der Vorführung nicht brennen dürfen, keine Separat-Ausschalter vorhanden, so schraubt man diese in der Fassung lose, so daß der Kontakt gelöst wird, oder nimmt sie ganz heraus.

Ein wesentlich kräftigeres Licht liefert die Projektions-Nernstlampe, deren neues Modell mit selbsttätiger Zündung in Fig. 65 dargestellt ist. Die Lampe wird für alle Betriebsspannungen von 100 bis 160 und 200 bis 260 Volt hergestellt; ihre Lichtstärke wird bei 110 Volt auf etwa 500 Kerzen und bei 220 Volt auf etwa 1000 Kerzen angegeben. Der Brenner hat 3 senkrecht angeordnete Leuchtstäbe, für deren jede ein Glühlampenwiderstand vorgesehen ist. Während die Zündung früher

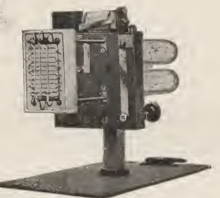


Fig. 65 Projektions-Nernstlampe.

von Hand mittelst einer Spiritusflamme geschehen mußte, erfolgt diese jetzt innerhalb 2 bis 3 Minuten automatisch mittelst eines Heizkörpers, der sich alsdann selbsttätig ausschaltet.

Bei Gleichstrom ist es von größter Wichtigkeit, die Pole + und — richtig anzuschließen, da die Lampe sonst sofort versagt. Man stellt die Pole der Zuleitung am sichersten mit Polreagenzpapier fest. Es ist ferner zu beachten, daß die Leuchtfäden sehr zerbrechlich sind; man fasse den Brenner, der auf die 5 Kontakte aufgesteckt wird, nur am Porzellanstein an.

Die Projektion undurchsichtiger Gegenstände.

Ein englischer Optiker, Chadburn, hat vor längerer Zeit eine Laterne konstruiert, die auch zum Projizieren undurchsichtiger Gegenstände, wie Papierbilder, Zeichnungen, Maschinenteile, Medaillen u. dergl. dient. Die Lichtstrahlen werden hier durch die Kondensierungslinse auf den zu projizierenden Gegenstand geworfen, der in einem Winkel von 45 Grad zu der Beleuchtungslinse steht, während die Achse des Objektivs senkrecht auf den Gegenstand gerichtet ist. Die Anordnung ist in nebenstehender Abbildung veranschaulicht; sie wird in gleicher Ausführung noch heute als „Wunderkamera-Ansatz“ zu Skioptikons angewendet. Bei dieser Beleuchtungsweise verliert man aber leider so viel Licht, daß ein klares helles Bild von einiger Größe nur mit Hilfe sehr intensiver Lichtquellen zu erzielen ist. Mit der Petroleumlampe ist nur eine g a n z geringe Vergrößerung von genügender Klarheit zu erreichen, und selbst da nur bei ziemlich h e l l e n Bildern, z. B. großen Köpfen auf weißem Grund. Will man etwas wirklich Gutes leisten, so ist es vorzuziehen, die Bilder auf Glas photographieren zu lassen und in der gewöhnlichen Laterne zu projizieren.

Ein besseres Bild, als es die oben beschriebene Vorrichtung liefert, erhält man durch die Anwendung zweier Lampen, welche je vor einem Reflektor seitlich des Bildes angebracht werden. Die Reflektoren werfen das ganze Licht auf das Bild. Die Kondensoren fallen bei dieser Anordnung weg. Es empfiehlt sich, vor dem Bild eine Glimmerplatte aufzustellen, damit dieses durch die Hitze nicht zu sehr leide.

Professor Morton empfiehlt zum Projizieren undurchsichtiger Gegenstände folgende Vorrichtung.

Der Apparat besteht aus einem Kasten von etwa 45 Zentimeter Frontbreite, 40 Zentimeter Höhe und 40 Zentimeter Tiefe von vorn nach hinten gemessen. Die Seitenwände sind herausgenommen und durch Tuchvorhänge ersetzt; die Rückseite ist massiv, das Dach hat vorn eine hohe Esse. An der Vorderseite ist ein Rohr aus lackiertem Eisen oder Zinn von etwa 22 Zentimeter Durchmesser und 20 Zentimeter Länge. In die-

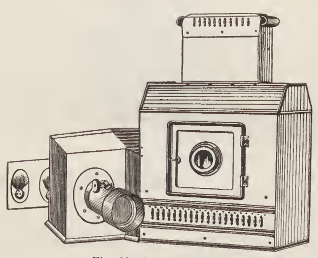


Fig. 66. Wunderkamera.

sem läuft ein anderes Rohr, das vorn eine Linse trägt von 15 Zentimeter Durchmesser und etwa 45 Zentimeter Brennweite.

Im Innern des Kastens befinden sich zu beiden Seiten die Lichtquellen, die sich vor- und zurückschieben lassen und so angebracht sind, daß das Licht vom glühenden Kalkstück aus nach der Mitte des Kastens geworfen wird. Diese Rückwand ist mit weißem Papier überklebt und vor ihr werden die zu projizierenden Gegenstände angebracht.

Das Licht wird so nahe als möglich an dieselben herangesetzt und das Objektiv so lange vor- und rückwärts ge-

schoben, bis sich auf der Wand die beste Wirkung zeigt. Wir wollen annehmen, es solle das Bild einer Hand auf der Wand gezeigt werden, wie auf untenstehender Abbildung. Zu diesem Zweck schieben wir die eine Hand durch die mit Tuch verhängten Seiten des Kastens und stellen mit der anderen das Objektiv ein.

Auf der Wand erscheint das Bild einer Hand in riesenhafter Größe, welches, wenn die Lichtquelle sehr intensiv und das Zimmer dunkel ist, beim ersten Versuche den Operateur selbst ebenso sehr überrascht wie den Zuschauer. Das Zu-

Fig. 67. Projektion undurchsichtiger Gegenstände.

sammenwirken von Farbe und Bewegung mit starkem Effekt in Licht und Schatten verleiht dem Gegenstande das Aussehen eines Reliefs, im Vergleiche mit welchem die besten Vorführungen mit einem gewöhnlichen Projektions-Apparat zurücktreten müssen.

Außer der Hand, die einen der wirkungsvollsten Projektionsgegenstände bildet, eignet sich noch zu solchen Vorführungen das Werk einer Taschenuhr, die so gehalten wird, daß sie das Licht voll reflektiert; ein Weinglas mit Wein oder einer ähnlich gefärbten Flüssigkeit gefüllt; ein stark markiertes Miniaturbild oder eine Photographie in gepreßtem Metallrahmen; ein rotbäckiger Apfel etc.; geprägte Oblaten mit star-

kem Relief; ein koloriertes Bild, das dabei aber weniger zur Geltung kommt; Medaillen und dergl. mehr.

Man hat Apparate gebaut, bei welchen die zu projizierenden Gegenstände auf eine horizontale Fläche gelegt werden; diese eignen sich daher vorzüglich zur Projektion von Photographien, von Abbildungen aus Büchern, Albums usw. Außerdem werden Apparate dieser Art gerne so eingerichtet, daß

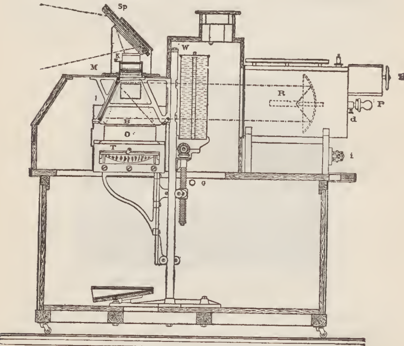


Fig. 68. Epidiaskop.

man sie durch eine einfache Umänderung auch zur Projektion von Diapositiven verwenden kann. Das hier in einer schematischen Darstellung wiedergegebene Epidiaskop hat einen elektrischen Scheinwerfer, der ein paralleles Strahlenbündel liefert; dieses trifft gegen den Spiegel und wird von diesem nach unten auf den Objekttisch geworfen. Ein Teil der von dem Objekte zurückgeworfenen Strahlen gelangt in das darüber befindliche Objektiv, welches in Verbindung mit einem Spiegel

ein vergrößertes Bild auf die Wand wirft. Wird nun der erst erwähnte Spiegel umgelegt, so geht das Strahlenbündel weiter auf einen zweiten Spiegel, wird von diesem schräg nach unten auf einen dritten Spiegel und von diesem wieder senkrecht nach oben geworfen; dort trifft es eine Sammellinse, oberhalb deren das zu projizierende Diapositiv zu liegen kommt, und wird von dieser in das Objektiv geleitet. — Bei dem Projektionsapparat (Fig. 69) befindet sich im Gehäuse ein System von zwei Kondensierungslinsen, welches ein paralleles Strahlenbündel liefert; eine dritte Linse ist in der Vorderwand des

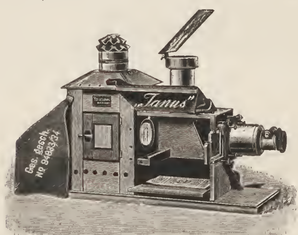


Fig 69. Apparat für episkopische und direkte Projektion.

Episkopkastens angebracht. In diesem Kasten, also zwischen den Linsen des Kondensors, ist ein Spiegel beweglich angebracht. Klappt man den Spiegel herunter, so gehen die Lichtstrahlen gerade durch auf die dritte Kondensierungslinse, von der sie zur direkten Projektion der Diapositive in das Objektiv geleitet werden. Ist der Spiegel heraufgeklappt, so werden die von den beiden ersten Kondensierunslinsen ausgehenden parallelen Strahlen vom Spiegel nach unten geworfen, um das am Boden des Kastens liegende Objekt (Papierbild, Münze u. dergl.) intensiv zu beleuchten. Oben auf dem Kasten befindet sich ein Objektiv großen Durch-

messers, welches einen Teil der vom zu projizierenden Gegenstand zurückgeworfenen Strahlen auffängt und ein vergrößertes Bild desselben entwirft, das vom Spiegel darüber auf die Wand gelenkt wird. Die Umänderung von einer Art der Projektion zur anderen geschieht hier höchst einfach und schnell: es braucht nur ein Spiegel umgelegt zu werden.

Beachtenswert ist die Konstruktion des von Oberingenieur Ruppert angegebenen großen Episkopkastens. Dieser hat eine Auflagefläche von 60 Zentimeter Länge, gestattet also große Gegenstände, wie illustrierte Zeitschriften, Bücher großen Formates, Atlanten, Mappen usw. einzulegen. Das Objektiv ist auf einem oben eingelassenen Brett montiert und läßt sich mit diesem sowie nebst dem daran befestigten Beleuchtungsspiegel in der Längsrichtung verschieben, wodurch es möglich ist, immer andere Stellen des eingelegten großen Gegenstandes zur Projektion zu bringen.

Zur Erzielung eines guten Resultates ist für die episkopische Projektion, wie bereits oben erwähnt, eine sehr intensive Lichtquelle erforderlich, also Bogenlicht oder ein sehr starkes Kalklicht. Bei Anwendung von Bogenlicht empfiehlt es sich, eine Handregulierlampe nebst regulierbarem Widerstand zu nehmen; zur Laternbilder-Projektion arbeitet man alsdann mit geringerer Stromstärke (z. B. 10 Ampères), während man für die episkopische Projektion eine höhere Stromstärke (z. B. 20 oder mehr Ampères) aufsetzt.

Bei der episkopischen Projektion ist von großem Einfluß auf die Klarheit des Lichtbildes die Beschaffenheit des eingelegten Gegenstandes oder Bildes. Hauptsache ist: kräftige Konturen und gute Kontraste. Vorlagen mit vielen kleinen Details sind weniger vorteilhaft als solche, worin der betreffende Gegenstand in großer, einfacher Zeichnung wiedergegeben ist. Holzschnitte in Büchern (auf gutem Papier, in kräftigem Druck) kommen in der Vergrößerung schön heraus; auch Autotypien, wenn sie nicht flau sind. Das gleiche gilt von Photographien. Farbige Bilder, kleine Plakate, bunte Ansichtskarten, Briefmarken und dergl. sind dankbare Objekte,

vorausgesetzt, das die Farben kräftig und die Konturen scharf begrenzt sind. Wenig gecignet sind schwache Bleistift-Zeichnungen auf Pauspapier. Zahlreiche Objekte, wie Steinschliffe, Schmetterlinge, Käfer und dergl., auch Blumen und Blätter, größcre Schnitte, ferner Gegenstände aus Metall, die eine nicht zu starke Plastik aufweisen, wie Münzen, Medaillen, das Werk einer Uhr, werden in der episkopischen Projektion wirkungsvoll wiedergegeben. In manchen Fällen ist die Wirkung geradezu überraschend.

Nebelbilder-Apparate.

(Doppel- und dreifache Laternen.)

Während beim gewöhnlichen Skioptikon ein Bild nach dem andern eingesteckt und dann mehr oder weniger schnell gewechselt wird, kann man mit Hilfe des Nebelbilder-Apparates die aufeinanderfolgenden Bilder langsam ineinander übergehen lassen, wodurch sehr hübsche Effekte zu erzielen sind. Die Sonne geht auf, es wird Tag, die Sonne geht unter, es wird Nacht. Der Sommer verwandelt sich in den Winter usw. Auch kann man Leben und Bewegung in das Bild bringen. Es wird z. B. eine Mühle am Bach gezeigt; das Rad dreht sich, ein Schwan schwimmt daher und steckt den Kopf ins Wasser; dann wird es dunkel, die Fenster der Mühle erhellen sich. Der Mond geht auf und spiegelt sich im Wasser. Allmählich wird es Winter, die früher grünen Bäume werden kahl und bedecken sich mit Schnee, der aus der Luft fällt; das Mühlrad ist eingefroren. Die Mannigfaltigkeit der Bilder-Serien dieser Art ist endlos; später komme ich darauf zurück.

Der Nebelbilder-Apparat besteht aus zwei, drei oder gar vier Skioptikons, die so aufgestellt sind, daß ihre Lichtkreise auf der Wand sich decken, und dem „Dissolver", einer Vorrichtung, die die Tätigkeit der einzelnen Laternen reguliert, sie nach Bedarf abwechselnd oder gleichzeitig in Wirksamkeit setzt. —

Einen aus zwei Laternen bestehenden Nebelbilder-Apparat nennt man auch Doppel-Apparat. Wird Petroleumlicht oder Gasglühlicht verwandt, so stehen die beiden Skioptikons nebeneinander, entweder in gleicher Höhe oder das eine etwas höher

als das andere. Ist die Lichtquelle Acetylen, Kalklicht oder Bogenlicht, so kann man auch einen aus zwei übereinander gebauten Skioptikons bestehenden Doppel-Apparat benutzen, wie solcher unten dargestellt ist. Die optischen Systeme der beiden Laternen, Kondensor und Objektiv mit den Bildhalter-Vorrichtungen hängen an Messingplatten, die an der Vorderwand des Kastens übereinander angebracht sind. Die obere Platte läßt sich durch Handhabung von zwei Schrauben von

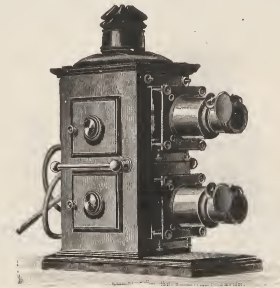


Fig. 70. Doppel-Apparat.

oben nach unten neigen, die untere Platte kann mittelst der beiden Schrauben unten aufwärts geneigt werden, und so ist man imstande, die Lichtkreise genau zur Deckung zu bringen.

Was nun die Dissolver-Vorrichtung angeht, so kommen bei Petroleumlicht, Gasglühlicht sowie beim elektrischen Licht die sogen. Katzenaugen-Dissolver zur Anwendung. Vor jedem der beiden Objektive ist eine Blendenvorrichtung angebracht, mit der die Linse geöffnet oder geschlossen werden kann; diese Blenden sind wieder durch einen Hebelmechanismus verbunden. Wenn man den Handgriff bewegt, so öffnet sich das eine

„Auge" in dem gleichen Maße, wie das andere sich schließt; während also das erste Bild verschwindet, gewinnt das zweite allmählich an Intensität. Diese Anordnung ist in der nachstehende Abbildung dargestellt. Es sei noch bemerkt, daß bei Petroleumlicht beide Lampen unausgesetzt brennen müssen, während man bei Bogenlicht die nicht in Tätigkeit befindliche Lampe ausschalten kann.

Bei Verwendung von Gasglühlicht als Lichtquelle ist die Dissolver-Einrichtung ebenfalls empfehlenswert. Wird mit Acetylen gearbeitet, so benutzt man vorteilhaft einen Gasdissolver,

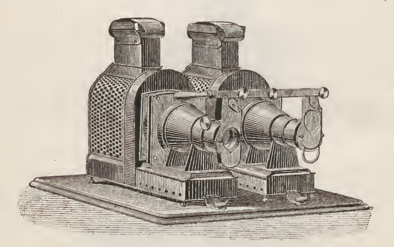


Fig. 71. Doppel-Apparat mit Katzenaugen-Dissolver.

wie ihn die folgende Abbildung zeigt. Der Acytylen-Entwickler wird mit dem Eingangsrohre des Schalthahnes verbunden, die beiden anderen Rohransätze mit den Brennern. Wenn nun der Hebel des Dissolvers rechts herübergestellt ist, so brennt die eine Laterne voll, während in der anderen Laterne durch eine Extra-Bohrung des Hahnes ein kleines Flämmchen erhalten bleibt; steht der Hebel links, so ist es umgekehrt. Bei der Mittelstellung des Hebels brennen beide Laternen gleich hell. Es ist leicht ersichtlich, daß mit diesem Dissolver ein guter Verwandlungseffekt erzielt werden kann; indem man langsam den Hebel z. B. von rechts nach links herüberdreht,

tritt die Laterne I allmählich, immer stärker werdend, in Wirksamkeit, während die andere Laterne im gleichen Maße nachläßt. Dieser Dissolver hat noch den großen Vorzug, daß außerordentlich an Acetylengas gespart wird; würde man doch fast die doppelte Menge Gas verbrauchen, wenn man beide Laternen stets voll brennen ließe und mit dem Katzenaugen-Dissolver arbeitete.

Wir kommen jetzt zum Kalklicht. Hier wird ebenfalls ein Gasdissolver verwendet: indes haben wir hier mit zwei Gasen zu arbeiten, mit Sauerstoff und einem brennbaren Gas, Leucht-

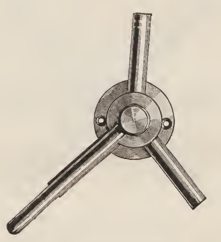


Fig. 72. Dreiweg-Dissolver.

gas, Wasserstoff oder Ätherdampf. Der Dissolver muß daher so konstruiert sein, daß er immer beide Gase gleichzeitig absperrt oder zuläßt, und daß in der abgestellten Laterne stets ein kleines Flämmchen (Leuchtgas usw.) erhalten bleibt. Eine vielfach gebräuchliche Konstruktion ist der Sechsweghahn; dieser ist aus zwei der beschriebenen Dreiweghähne zusammengesetzt. Der obere Dissolver verteilt das Leuchtgas auf die beiden Brenner, gerade wie vorher das Acetylen; der Hahn hat ebenfalls eine Extrabohrung zur Erhaltung einer kleinen Flamme in der abgestellten Laterne. Der untere Dissolver verteilt in gleicher Weise den Sauerstoff, der Hahn ist indes hier so be-

schaffen, daß der Sauerstoff in dem einen Brenner völlig abgestellt ist, wenn der andere Brenner voll arbeitet. Die Hähne dieser beiden Dissolver sind verbunden und werden durch einen gemeinsamen Hebel gehandhabt. Steht der Hebel rechts, so ist die eine Laterne in Tätigkeit, dreht man nun herüber, so wird das Leuchtgas und der Sauerstoff des Brenners allmählich abgestellt — das Licht nimmt ab, während dem zweiten Brenner nun mehr und mehr Leuchtgas und Saueroff zugeführt wird: das erste Bild, z. B. Sommerlandschaft, geht ganz all-

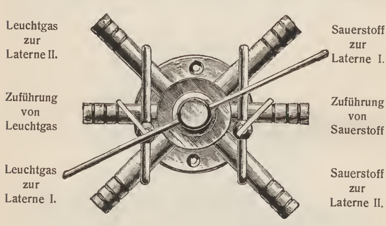


Fig. 73. Sechsweg-Sternhahn.

mählich in das zweite, Winterlandschaft über. Auch hier haben wir den großen Vorteil sehr viel Gas zu ersparen.

Eine andere Form des Kalklicht-Dissolvers, die von Malden stammt, zeigt die vorstehende Abbildung. Man nennt ihn Sechsweg-Stern. Die sechs Rohre laufen auf einen Hahn zusammen, der zwei getrennte Ausbohrungen hat, eine rechts und eine links. Wenn der Hebel in der Linie „Leuchtgas zur Laterne I" — „Sauerstoff zu Laterne I" steht, so ist die Laterne I in voller Wirksamkeit, während die Laterne II durch den Hahn völlig abgestellt ist. Damit aber eine kleine Leuchtgasflamme (ich nehme der Einfachheit halber Leuchtgas an; es kann natürlich gerade so gut Wasserstoff oder Ätherdampf sein) erhalten werden kann, ist eine kleine Nebenleitung mit

Hähnchen angebracht. Bei der Stellung des Hebels in der Richtung „Sauerstoff zur Laterne II“ — „Leuchtgas zur Laterne II“ ist die Laterne II in Betrieb und die Laterne I abgestellt.

Bei der Mittelstellung des Hebels in der Linie „Zuführung von Sauerstoff“ — „Zuführung von Leuchtgas“ brennen beide Lampen gleich hell. Wie aus der Abbildung ersichtlich, hat auch der Sauerstoff eine kleine Nebenleitung mit Hähnchen, die es ermöglicht, auch der außer Wirksamkeit gesetzten Laterne etwas Sauerstoff zuzuführen. Die Nebenleitung ist nur für Ausnahmefälle berechnet. Beim Arbeiten mit dem Sicherheitsbrenner kann es nämlich vorkommen, daß dieser beim Zulassen von Sauerstoff zischt, oder daß gar die Leuchgasflamme ausgeblasen wird. In solchem Falle läßt man zum abgestellten Brenner etwas Sauerstoff zu, aber nur eine ganz geringe Menge. Im übrigen stellt sich das Zucken resp. Ausblasen der Flamme hauptsächlich dann ein, wenn der Sauerstoff unter starkem Druck steht, speziell also, wenn mit komprimiertem Sauerstoff gearbeitet wird. Es ist aber jetzt eine ausgemachte Sache, daß bei Anwendung von komprimiertem Sauerstoff in Verbindung mit Leuchtgas aus der Rohrleitung der „Starkdruckbrenner“ das einzig Richtige ist. Der Sicherheitbrenner muß demgegenüber als ein völlig überwundener Standpunkt angesehen werden.

Auf das Arbeiten mit dem Kalklicht-Doppelapparat möchte ich etwas näher eingehen. Die Schlauchverbindungen, welche man hergestellt hat, sind aus der Abbildung Fig. 74 ersichtlich. H ist die Zuleitung von Leuchtgas resp. Wasserstoff oder Ätherdampf, O die Zuleitung von Sauerstoff. Es ist vorausgesetzt, daß sich die beiden Laternen übereinander befinden. I und II sind die Hähne der Kalklichtbrenner. H und O sind die Zuleitungen von Leuchtgas und Sauerstoff. Es empfiehlt sich, für die Verbindungen nur gute Schläuche zu verwenden. Man stellt zunächst den Hebel auf einen Brenner und reguliert diesen ein, alsdann dreht man den Dissolver herüber und reguliert den andern Brenner. Der Sauerstoff-Nebenhahn bleibt geschlossen, der Leuchtgas-Nebenhahn wird vorläufig etwa halb geöffnet und nach dem Einregulieren der Brenner so weit geschlossen,

daß in der abgestellten Laterne noch eine kleine Flamme brennt. Die Regulation ist damit noch nicht zu Ende! Man drehe den Dissolver rasch herüber und achte darauf, ob einer der Brenner dabei nicht ausgeht, ferner muß man noch feststellen, ob auch bei der Mittelstellung des Dissolvers beide Lampen gleich hell brennen. Wenn beide Laternen längere Zeit zusammen gebraucht werden, ist es unter Umständen vorteilhaft, die Brennerhähne zur Erzielung besseren Lichtes etwas weiter zu öffnen.

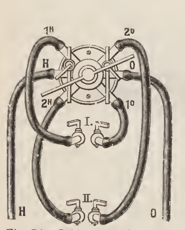


Fig. 74. Schlauchverbindungen beim Sechsweg-Sternhahn.

Fig. 75. Anwendung von zwei Vierweg-Dissolvern.

Anstatt eines Sechsweg-Dissolvers kann man auch zwei Vierweg-Dissolver verwenden. Jeder Brenner muß dann mit einem solchen Dissolver verbunden werden; es wird also jede Laterne unabhängig von der andern reguliert. Beim Übergang von einem Bilde ins andere müssen beide Dissolver gleichzeitig gehandhabt werden: der eine Brenner ist langsam abzustellen, der andere im gleichen Maße anzudrehen. Das erfordert natürlich Übung. Ich füge eine Abbildung (Fig. 75) bei, welche die Schlauchverbindungen schematisch darstellt. Es ist nicht zu leugnen, daß die Verwendung zweier Vierweg-Dissolver dem Sechsweg-Dissolver gegenüber Vorteile besitzt. Man hat

hier jeden Brenner für sich unter Kontrolle, eine Verwechselung ist ausgeschlossen. Werden z. B. beide Laternen gleichzeitig gebraucht (beim Sechsweg-Dissolver steht dabei der Hahn in der Mitte) und ist dann eine der Laternen abzustellen, so muß der Hahn beim Sechsweg-Dissolver entweder rechts oder links gedreht werden, es heißt also: Aufpassen! Hat jeder Brenner seinen Extra-Dissolver, so ist die Sache einfach: soll z. B. die obere Laterne abgestellt werden, so dreht man eben den oberen Dissolver herum. Ein weiterer Vorteil der Vierweg-Dissolver besteht darin, daß man beide Laternen

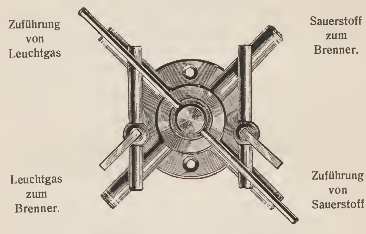


Fig. 76. Vierweg-Sternhahn.

gleichzeitig abstellen kann. Das ist sehr angenehm sowohl vor Beginn der Vorstellung, nachdem die Brennerhähne genau einreguliert sind, wie auch während einer Pause. Die Brennerhähne und Nebenleitungshähnchen der Dissolver bleiben eben stehen, und ohne weitere Regulation bleibt in jeder Laterne eine kleine Leuchtgasflamme brennen. Die Konstruktion des Vierweg-Dissolvers geht aus der Abbildung in Fig. 76 hervor. Bei Stellung des Hahnes auf „Leuchtgas zum Brenner“ — „Sauerstoff zum Brenner“ sind beide Gasleitungen zum Brenner offen; wird der Hahn gedreht, so wird der Brenner allmählich abgestellt und bei der Stellung: „Zuführung von Leuchtgas“ —

„Zuführung von Sauerstoff" ist der Brenner abgestellt. Damit eine kleine Leuchtgasflamme bleibt, ist eine Nebenleitung mit Hähnchen vorgesehen, wie beim Sechsweg-Dissolver; ebenso ist eine Nebenleitung für den Sauerstoff vorhanden.

Ich will hier gleich die Dissolver-Einrichtungen besprechen, die für den dreifachen Apparat erforderlich sind. Zur Erreichung verschiedener Effekte kommt man mit dem Doppel-Skioptikon nicht aus; man braucht noch eine dritte Laterne, die abwechselnd oder gleichzeitig mit den beiden andern arbeiten kann. Weiter unten werde ich solche Effektbilder anführen. In der Regel wird der dreifache Apparat oder das Agioskop aus einem Kasten gebaut, welcher drei Skioptikons übereinander enthält. Gerade wie beim Doppelapparat ist das optische System jeder Laterne beweglich angeordnet. Am zweckmäßigsten stellt man zunächst die mittlere Laterne auf die Wand ein und bringt dann die Lichtkreise der oberen und unteren Laterne durch Senken und Heben des optischen Systems mit dem der mittleren zur Deckung.

Von den drei Laternen werden in der Regel nur zwei ständig gebraucht; die dritte Laterne kommt meist nur gelegentlich in Tätigkeit. Dementsprechend arbeitet man vielfach in folgender Weise: Die beiden Hauptlaternen werden durch einen Sechsweg-Dissolver verbunden, die Nebenlaterne erhält einen Vierweg-Dissolver zur besonderen Regulierung. Die Anordnung habe ich in der nebenstehenden Figur dargestellt. Es ist dabei angenommen, daß die unteren Laternen II und III ständig gebraucht werden, d. h. als Doppelapparat dienen, während die obere Laterne I nebenbei verwandt wird. Geradeso wie beim Doppelapparat wird zunächst jeder Brenner für sich einreguliert. Der Übergang von einem Bilde ins andere wird durch den Sechsweg-Dissolver besorgt; die obere Laterne dient zum Einprojizieren von Effekten, wie Schneefall und dergl. Es liegt natürlich nichts im Wege, die unterste Laterne als Nebenlaterne zu verwenden; der Vierweg-Dissolver kommt dann ganz unten hin, der Sechsweg-Dissolver ganz oben.

Weiter oben wurde angeführt, daß man bei dem Doppelapparat an Stelle eines Sechsweg-Dissolvers auch zwei Vier-

weg-Dissolver benutzen kann, und daß diese Anordnung gewisse Vorteile hat. Wir faßten nun den dreifachen Apparat als Kombination einer Doppellaterne mit einer einfachen auf; wir können auch hier den Dissolver des Doppelapparates (in Abbildung die beiden unteren Laternen) durch zwei Vierweg-Dissolver ersetzen. Es ist dann also jede der drei Laternen mit einem Dissolver versehen. Die Schaltung ist in Figur 78

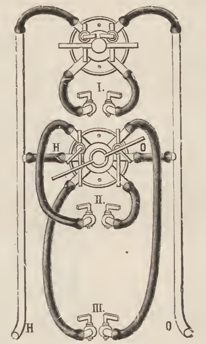


Fig. 77. Schaltung beim dreifachen Apparat.

dargestellt. Es gilt hier im übrigen dasselbe, was bei der entsprechenden Schaltung des Doppelapparates gesagt wurde.

Es ist noch eine andere Anordnung möglich. Wir fassen das Agioskop als einen Doppelapparat auf — der eine Teil ist eine einfache Laterne, der andere Teil eine mit Sechsweg-Dissolver versehene Doppellaterne — und verbinden diese beiden Teile durch einen Sechsweg-Dissolver. Die Schaltung sieht auf den ersten Blick etwas kompliziert aus; sie ist aber

doch sehr einfach, wenn man die obige Auffassung zugrunde legt. Die Skioptikons I und II (vergl. Figur 79) mit dem oberen Dissolver bilden die Doppellaterne, das Skioptikon III bildet die einfache Laterne; die beiden Teile sind durch den unteren Dissolver verbunden. Die Gaszuleitungen, Sauerstoff und Leucht-

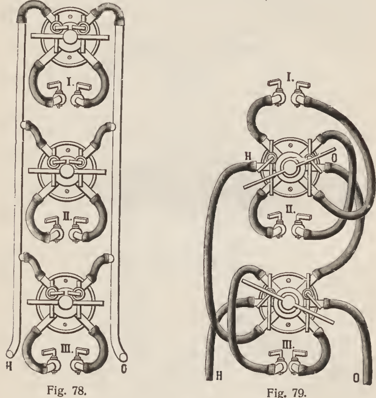


Fig. 78. Fig. 79.

Schaltung beim dreifachen Apparat.

gas (H und O) führen also zum unteren Dissolver, dieser speist einerseits die einfache Laterne III, andererseits den Dissolver der Doppellaterne (bei H und O oben). Wir wollen uns nun vergegenwärtigen, in welcher Weise die Schalthähne zu handhaben sind. Gehen wir von dem unteren Dissolver aus. Ist der Hahn rechts herübergestellt, wie in der Abbildung, so wird nur der unteren Laterne (III) Gas zugeführt; bei der Mittelstellung

des Hahnes wird sowohl die untere Laterne wie der obere Dissolver gespeist; endlich, wenn der Hahn links herübergedreht ist, erhält nur der obere Dissolver Gas. Der zweite Dissolver verteilt nun wieder das Gas nach Belieben auf die beiden Laternen (I und II): je nach der Stellung des Hahnes brennt I, II oder beide zusammen.

Solange Effektbilder projiziert werden, zu denen nur zwei Skioptikons erforderlich, arbeitet man mit den beiden oberen Laternen; der untere Dissolver wird so eingestellt, daß die unterste Laterne abgestellt ist, und alles Gas in den zweiten Dissolver geht, welcher die oberen Laternen regiert. Wird nun die dritte Laterne verlangt, so braucht man nur den Hahn des unteren Dissolvers auf die Mitte zu stellen, und diese kommt gleichzeitig mit einer der beiden oberen Laternen in Tätigkeit. Oder aber man kann durch volles Herumdrehen des Hahnes eine der oberen Laternen oder beide gleichzeitig in die untere übergehen lassen. Einen Schneefall-Effekt zum Beispiel kann man auf diese Weise recht schön zur Darstellung bringen. Laterne I projiziert eine Sommerlandschaft, Laterne II wirft den Schneefall hinein (der obere Dissolver ist dabei auf die Mitte gestellt); nun läßt man, kurz bevor der Schneefall zu Ende ist, die beiden Laternen durch Herüberdrehen des Hahnes am unteren Dissolver in die dritte Laterne übergehen, welche die gleiche Landschaft im Winter zeigt. Der Vorzug der letztbesprochenen Schaltanordnung besteht in einem solchen Falle darin, daß man nur einen einzigen Hahn zu handhaben braucht.

Im übrigen ist zu berücksichtigen, daß alles Gas, welches in den drei Laternen verwandt wird, den unteren Dissolver zu passieren hat; die Bohrungen desselben müssen daher hinreichend weit sein; dies gilt auch für die Nebenleitungen.

Es lag nahe, geradeso wie beim Doppelapparat durch einen Sechsweg-Dissolver zwei Vierweg-Dissolver ersetzt werden, auch die Dissolver der dreifachen Laterne zu einem einzigen Schalter zu kombinieren, und es sind in der Tat verschiedene Konstruktionen dieser Art gemacht worden.

Bevor ich zur Besprechung der Bilder übergehe, müssen wir noch auf die Anwendung des elektrischen Bogenlichtes beim

Nebelbilder-Apparat etwas näher eingehen. Wie eingangs bereits erwähnt, kommt hier eine Dissolver-Vorrichtung vor den Objektiven, wie z. B. das Katzenauge, in Benutzung. Was die Schaltweise der Bogenlampen angeht, so hängt diese davon ab, ob man mit automatischen oder Handregulier-Lampen arbeitet: die ersteren werden zweckmäßig hintereinander in ein und denselben Stromkreis geschaltet, während man Lampen

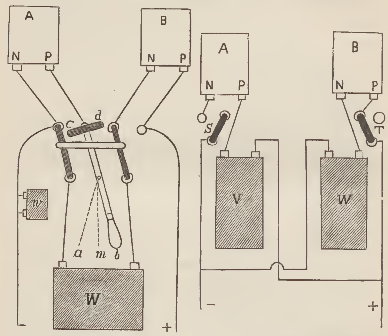


Fig. 80. Schaltung bei automatischen Bogenlampen.

Fig. 81. Schaltung bei Handregulier-Lampen.

mit Handeinstellung nebeneinander „parallel" schalten muß. Es ist nun nicht notwendig, daß beide Lampen ständig brennen; vielmehr empfiehlt es sich, die Lampen nur während des Wechselns gleichzeitig brennen zu lassen und während der andern Zeit an Stelle der einen Lampe einen Widerstand einzuschalten.

Das erste hier dargestellte Schema, welches von C. H. Hepworth angegeben wurde, gilt für die Anwendung zweier automatischer Lampen. A und B sind die beiden Bogenlampen;

N und P die Pole (negativer und positiver); die Zuleitungsdrähte sind an den Seiten gezeichnet und mit den Zeichen + und — versehen. In der Mitte befindet sich ein Umschalter; die beiden Metallarme desselben sind durch ein isoliertes Material verbunden, so daß sie zusammen durch den Hebel in Bewegung gesetzt werden. Am Ende des Hebels ist ein Verbindungsstück c d aus Metall angebracht, das den Zweck hat, während des Umschaltens die beiden mittleren Kontakte zu verbinden. C ist der Widerstand, der an Stelle der einen oder anderen Lampe eingeschaltet wird, und die überflüssige Spannung absorbiert. Der kleine Widerstand w dient zur Regulation des Stromes, wenn beide Lampen zusammen brennen. Die Drahtverbindungen sind aus der Abbildung ersichtlich.

Bei der Stellung b des Umschalt-Hebels (wie die Figur) ist die Lampe B allein und der Widerstand W eingeschaltet. Befindet sich der Hebel in der Stellung a, so ist die Lampe A und der Widerstand w im Stromkreis, während die Lampe B ausgeschaltet ist. Beim Übergang von der Stellung b nach a, also bei m, wird der Widerstand W ausgeschaltet; gleichzeitig aber verbindet das Stück c d die beiden inneren Kontakte. Der Strom läuft also jetzt durch die Lampe B und dann durch das Verbindungsstück c d zur Lampe A. Während des Umschaltens brennen mithin beide Lampen.

Der Umschalt-Hebel wird in die Stellung m gebracht, kurz bevor man umwechseln will; beide Lampen sind in Arbeit. Nun setzt man den Dissolver in Tätigkeit und läßt die zweite Laterne allmählich in Wirksamkeit treten, während die erste abgedeckt wird. Darauf schiebt man den Hebel weiter; die Lampe der ersten Laterne erlischt.

In der nächsten Abbildung ist die Schaltweise für zwei Handregulierlampen schematisch dargestellt. Jede Lampe hat ihren eigenen Ausschalter und ihren eigenen Widerstand. In der Abbildung ist die Lampe B eingeschaltet. Will man wechseln, so schaltet man zunächst mit Hilfe des Schalters S die Lampe A ein und setzt dann den Dissolver in Tätigkeit. Darauf wird die Lampe B ausgeschaltet. Nach dem Wechseln des Bildes schaltet man die Lampe, die nicht mehr gebraucht wird,

aus und schiebt den Schalthebel sofort wieder zurück. Die Lampe kann nicht von selbst anbrennen. Um für den nächsten Wechsel die Lampe in Tätigkeit zu setzen, braucht man dann bloß den Kohlenkontakt herzustellen.

Wir kommen nun zu den Bildern, die mit dem Nebelbilderapparat gezeigt werden. Das Doppel-Skioptikon dient, wie bereits erwähnt, einmal dazu, ein Bild langsam in ein anderes übergehen zu lassen. Von vornherein möchte ich anraten, nicht jedes x-beliebige Bild in irgend ein anderes allmählich übergehen zu lassen; dafür ist der Doppelapparat nicht da. Im Gegenteil, man kann dadurch unter Umständen geradezu lächerliche Effekte hervorrufen. Wie würde es zum Beispiel wirken, wenn man das Bild eines Beduinen in Über-Lebensgröße sich langsam in ein Panorama von Jerusalem verwandeln läßt! So verschiedene Bilder müssen schnell gewechselt werden. Die für den Doppelapparat zu verwendenden Bilder müssen zusammengehörig sein; das erste Bild zeige z. B. den Kölner Dom bei Tage, das zweite bei Nacht. Oder man zeigt eine Sommerlandschaft und verwandelt das Bild in dieselbe Landschaft im Winter. Da gibt es viel Spielraum. Man kann noch ein drittes und viertes Bild zugeben. Der Kölner Dom z. B. kann zuerst bei Tage gezeigt werden, das zweite Bild (in Laterne II) bringt den Dom bei Abend mit erleuchteten Fenstern, das dritte Bild (wieder Laterne I) bei Nacht, Fenster dunkel, und das vierte Bild den Dom mit Mondschein (Laterne II). Ein anderer Effekt ist folgender: man bringt mit der ersten Laterne ein Schiff auf hoher See, und zeigt mit der zweiten dasselbe Schiff in Feuer; oder ein Haus, dann dasselbe Haus in Brand und zum Schluß mit der ersten Laterne das niedergebrannte Haus. Sehr wirkungsvoll sind die sogenannten lebenden Statuen. Die erste Laterne projiziert eine abgedeckte Statue, in die zweite Laterne bringt man ein Bild derselben Statue, aber zart koloriert; dann läßt man übergehen. Weiterhin erzielt man einen wundervollen Effekt, indem man eine Vase mit Blumen in dasselbe Bild koloriert verwandelt.

Des weiteren kann man die zweite Laterne dazu benutzen, um in das Bild der ersten Laterne einen Effekt einzuprojizieren.

Ich will hier nur einige Serien anführen. Da ist zunächst das hübsche Bild „Jakobs Traum“. Die erste Laterne zeigt uns Jakob auf dem Felde schlafend, mit der andern Laterne wird nun die Himmelsleiter mit dem Chore der Engel einprojiziert. — „Die Hirten auf dem Felde“ heißt eine andere Serie. Den Hirten bei Bethlehem erscheinen die Engel, welche die Geburt Jesu verkünden; das geschieht mit der zweiten Laterne. Nun läßt man die Engel verschwinden (während das erste Bild stehen bleibt) und läßt den Stern erscheinen, der den Hirten den Weg zeigte. Weitere Erscheinungsbilder sind: „Kinder am Grabe der Eltern“ (mit Engelserscheinung), „Traum der Mutter“, die Mutter sitzt am Bette des sterbenkranken Kindes und sieht im Traume, wie die Engel das Kind in den Himmel nehmen; „Traum des Kindes“, es sieht seine Spielgefährten. — Sehr wirkungsvoll ist es, wenn man auf einen Wasserfall, z. B. den mächtigen Niagara, einen Regenbogen wirft, oder wenn man in eine Abendlandschaft den Mond einprojiziert, der sich im Wasser spiegelt.

Recht dankbar für Projektions-Vorführungen ist der „Vesuvausbruch“. Man zeigt mit der ersten Laterne Neapel mit dem Vesuv bei Tage, dann läßt man Nacht werden, Mondschein (zweite Laterne). Nun bringt man in die erste Laterne das dritte Bild „Ausbruch des Vesuv“, wechselt und setzt in die zweite Laterne das Triebwerk (bewegliches Feuer) ein, das darauf geworfen wird. „Das Auswandererschiff“ ist eine besonders beliebte Serie. Man zeigt zunächst das Schiff bei Tage, dann bei Abendsturm (mit der zweiten Laterne); nun setzt man Blitz ein in die erste Laterne, läßt ein paar Mal blitzen (am besten, indem man die ausgespreizte Hand vor dem Objektiv herbewegt) und bringt nach Umstellen des Dissolvers (an Stelle des Blitzbildes) das Schiff in Feuer. Es wird gewechselt und in die andere Laterne die bewegliche Feuerplatte eingesetzt. — Die Serie „Das Haus in Brand“ besteht aus folgenden Bildern: 1. Haus bei Tage, 2. Haus bei Nacht, 3. Ausbruch des Feuers, 4. Bewegliches Feuer dazu, 5. Haus in Brand, 6. Bewegliches Feuer dazu, 7. Abgebranntes Haus. Es gibt noch eine Reihe anderer Serien, wie „Eddystone Leuchtturm“ (Tag,

Nacht, Blitz). „Magier vor dem Hexenkessel“, aus dem auf einen Wink mit seinem Stab (Hebelbild) allerhand phantastische Figuren aufsteigen; „Feenfontaine mit farbigem Wasserspiel“, „Alpenglühen“, „Lurlei“ (bei Tag, Nacht, Mond geht auf und spiegelt sich im Wasser) — alle diese Serien hier aufzuführen, würde zu weit führen. Doch ist noch ein hübscher Effekt hier zu beschreiben. Man zeigt mit der ersten Laterne eine Landschaft und läßt diese in ein glattes, rotes Lichtfeld übergehen (dazu setzt man in die zweite Laterne eine rote Glasscheibe), und diese wieder in ein blaues Lichtfeld (eine blaue Glasscheibe in die erste Laterne; aus diesem blauen Feld läßt man nun eine abgedeckte Statue sich entwickeln, bis der Grund ganz schwarz geworden ist.

Mit der dreifachen Laterne können manche Effekte schöner gezeigt werden, als mit dem Doppelapparat. Nehmen wir z. B. die Serie „Auswandererschiff“. Man kann hier die beiden Bilder „Schiff in Brand“ und „Bewegliches Feuer“ gleichzeitig in das letzte Bild, „Das Wrack“ übergehen lassen. Die Serie „Die alte Wassermühle“, welche mit der Doppellaterne bereits gut zur Geltung kommt, läßt sich mit dem dreifachen Apparat noch vorteilhafter zeigen. Zunächst bringt man die Wassermühle bei Tag, das Rad dreht sich, dann bei Nacht, darauf Schneefall (mit der zweiten Laterne); nun läßt man, wenn der Schneefall zu Ende geht, beide Laternen gleichzeitig in die dritte übergehen, welche die Wassermühle im Winter zeigt. Arbeitet man mit einem Doppelapparat, so muß man bei dieser Serie folgendermaßen verfahren. Man stellt, nachdem der Schneefall gezeigt ist, die zweite Laterne schnell ab, ersetzt rasch das Schneefallbild durch das Winterbild und läßt dann Laterne 1 in II übergehen. Oder auch in folgender Weise. Während der Schnee fällt, dreht man das Licht in Laterne I kleiner (dies empfiehlt sich überhaupt, weil so der Schnee besser zur Geltung kommt) und schließlich ganz aus (finstere Nacht), dann schiebt man schnell (während der Schnee noch fällt), an Stelle des Nachtbildes das Winterbild und dreht die Laterne I allmählich wieder an — gleichzeitig stellt man die Laterne II ab.

Der Schneefall hört auf, der Morgen graut, es wird Tag, die Landschaft ist mit Schnee bedeckt, das Mühlrad eingefroren.

Verhüllte Statuen. — Dieses schöne Effektstück mag folgendermaßen beschrieben werden. Zuerst wird auf dem Schirm eine Art Nische oder Alkoven sichtbar, über den von oben bis auf den oberen Teil des Piedestals, welcher den Boden des Bildes einnimmt, ein Vorhang herabhängt. Der Vorhang wird langsam aufgezogen und enthüllt allmählich eine auf dem Piedestal stehende Figur. Zuerst werden die Füße der Figur sichtbar, dann der übrige Körper, zuletzt der Kopf, bis eben schließlich die ganze Figur enthüllt ist. Nach einiger Zeit wird der Vorhang in der umgekehrten Weise allmählich wieder herabgelassen. Wenn sich dann der Vorhang zum zweiten Male hebt, erblickt man eine neue Figur auf dem Piedestal, beim dritten Male abermals eine neue und so fort.

Zur Erzielung dieses Resultates kann folgende Methode angewendet werden. Zunächst fertigt man als Grundlage des Ganzen ein Bild an, das eine Nische mit Piedestal darstellt. Wenn dies in die untere Laterne eingesetzt wird, zeigt es eine leere Nische. Ein zweites Bild stellt den Vorhang dar: dieser muß so groß sein, daß er die Wölbung der Nische genau deckt, wenn das Bild in die mittlere Laterne eingesetzt wird. Diese beiden Bilder werden erst zusammen gezeigt. Das dritte Bild, die Statue darstellend, wird in die dritte, obere Laterne eingeschoben. Man gebraucht alsdann noch eine Maske, die eine Öffnung von der genauen Größe der Wölbung der Nische hat, und die dazu dient, abwechselnd den Vorhang und die Statue zu enthüllen. Dieses Maskenbild wird in vertikaler Richtung vorn vor den beiden Kondensoren angebracht und durch dessen Anwendung wird das Aufziehen und Herablassen des Vorhangs gleichzeitig mit dem allmählichen Erscheinen und Verschwinden der Statue bewirkt, während die Nische selbst und das Piedestal unverändert bleibt. Sämtliche drei Laternen werden während der ganzen Zeit erleuchtet.

Von größter Wichtigkeit beim Arbeiten mit dem Nebelbilder-Apparat ist das Registrieren der Bilder. Es liegt auf der Hand, daß die Konturen der Lichtbilder, die man ineinander

übergehen läßt, sich genau decken müssen. Um diese genaue Deckung zu erzielen, ist aber eine gewisse Vorarbeit erforderlich; man kann nicht eine beliebige Serie in den Nebelbilder-Apparat stecken und erwarten, daß ohne weiteres ein exaktes Aufliegen der Konturen statthat. Die einzelnen Bilder müssen den Bildbühnen angepaßt werden. Jedes Bild kommt dazu in ein Holzrähmchen. Nachdem man die Bilder der Serie auf die Laternen des Apparates verteilt hat (d. h. bestimmt hat, welches Bild oder welche Bilder in die obere, welche in die untere Laterne usw. kommen) steckt man zunächst die beiden ersten Bilder in den Apparat ein. (Zuvor sind die Lichtkreise der Laternen so gut als möglich zur Deckung gebracht.) Man richtet die Bilder in den Bühnen derart ein, bis die Konturen auf der Wand sich decken; alsdann muß man die Rähmchen der Bilder durch aufgenagelte oder aufgeleimte Leistchen derart vergrößern, daß diese genau auf der unteren Führung der Bildbühne laufen; weiteres wird ein Anschlag angebracht, der das Bild in der richtigen Stellung arretiert. Endlich macht man auf dem Rähmchen ein Zeichen (z. B. „Laterne I"), das angibt, zu welcher Laterne das Bild gehört. Die Rähmchen müssen natürlich so genau eingepaßt werden, daß beim Einschieben bis zum Anschlag die Konturen sich sofort decken. In gleicher Weise verfährt man mit sämtlichen Bildern. Ein geschickter Operateur kann auch eine Serie, die zuvor nicht einregistriert ist, zur Darstellung bringen, und zwar verfährt er folgendermaßen. Bevor er das Bild in das folgende übergehen läßt, dreht er den Dissolver soweit herum, daß die Lampe der zweiten Laterne soeben zu leuchten beginnt und ganz schwach (für das Publikum unmerklich) die Konturen des Bildes auf das erste Lichtbild aufwirft. Mit ein paar Griffen hat der Operateur das zweite Bild zurechtgeschoben und kann nun den Übergang bewerkstelligen. Dies Verfahren ist jedoch als Notbehelf aufzufassen.

Der Kinematograph.

Die Darstellung lebender oder kinematographischer Bilder erfreut sich allenthalben großer Beliebtheit. Der Kinematograph ist nun nichts anderes als ein Projektions-Apparat, der mit einem Mechanismus zum schnellen, ruckweisen Transporte der auf einem Bande befindlichen Bilder versehen ist. Das Prinzip des Apparates besteht in folgendem: Ein langes Filmsband, eine ganze Kollektion von successiven Aufnahmen enthaltend, wird vor einem Fenster vorbeigeführt, das die Größe des einzelnen Bildes hat. Jedes Bild wird vor dem Fenster einen Augenblick angehalten, dann wird in rascher Bewegung das nächste Bild an dessen Stelle gebracht, wieder angehalten usw. Die Projektions-Laterne, in die der Mechanismus in zweckentsprechender Weise eingebaut ist, wirft die Bilder in starker Vergrößerung auf die Wand. Während des Wechselns der Bilder wird die Wand jedesmal durch eine Blende verdunkelt. Die außerordentlich rasche Aufeinanderfolge der Bilder erzeugt in dem Beschauer den Eindruck eines lebendigen Bildes.

Was nun zunächst die Filmbilder angeht, so sind die einzelnen Bildchen etwa 2 Zentimeter hoch und 2½ Zentimeter breit, und zwar steht immer ein Bildchen über dem andern. Der Filmstreifen selbst ist etwa 3½ Zentimeter breit und zu beiden Seiten in regelmäßiger Folge mit Löchern versehen, „perforiert". Diese Perforation ist zum Transportieren des Bandes notwendig. Die Herstellung der Filmbilder geschieht mit einem photographischen Apparat, der einen Transport-Mechanismus hat; dieser entspricht genau dem des Kinematographen.

Es gibt eine außerordentlich große Zahl von Kinematographen; doch sind sie im Prinzip alle gleich, wenn die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Instrumente auch nicht die gleiche ist. Im wesentlichen kann man vier Konstruktionstypen unterscheiden: beim ersten Typus erfolgt die Weiterbewegung des Filmbandes mit Hilfe eines sogen. Maltheserkreuzes, welches eine gezahnte Walze stoßweise weiterbewegt; beim zweiten Typus geschieht die Transportierung des Bandes durch eine Art Gabel, deren Zähne in die Perforation eingreifen und das Band weiterziehen; der dritte Typus hat einen Exzenter, der das Filmband periodisch um ein Stück weiterschlägt. Ein Apparat der letzten Art ist oben zur Darstellung gebracht. Bei vierten Typus endlich wird der Film durch zwei Scheiben, deren einer einen Nocken besitzt, ruckweise weitergezogen. Der Mechanismus, welcher Konstruktion er auch sei, muß natürlich derart eingerichtet sein, daß das Filmband immer genau um ein Bildchen weiterbefördert wird. Das Filmband, welches oben von einer Rolle abläuft und unten wieder aufgerollt wird, wird bei besseren Apparaten zunächst von einer Zahntrommel herangeholt und dem Fenster zugeführt. Im letzteren wird das Band durch seitliche Federn gehalten, in der Weise, daß nur der Rand, nicht aber das Bild selbst über das Metall gleitet und verletzt werden könnte. Unter dem Fenster ist der Transportmechanismus (Maltheserkreuz, Greifer oder Schläger) angebracht. Die Blende, die den Wechselvorgang verdunkelt, be-

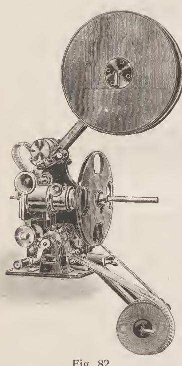


Fig. 82.
Kinematograph-Mechanismus.

findet sich bei den verschiedenen Modellen zwischen Kondensor und Filmband oder vor dem Objektiv.

In der Regel sind die Kinematographen so eingerichtet, daß sie auch zur Projektion von Glasbildern („stehenden Bildern") verwandt werden können, indem der Mechanismus beiseite gedreht oder weggeschoben und ein entsprechendes Projektions-Objektiv an die Stelle gebracht wird. Auch baut man Doppel- und dreifache Apparate, deren untere Laterne mit einem Kinematographen-Mechanismus versehen ist.

Die Länge der Filmbänder variiert je nach dem Sujet zwischen etwa 15 und mehreren Hundert Metern. Was die Schnelligkeit der Weiterbewegung angeht, so kann man rechnen, daß 15—20 Bilder in der Sekunde gezeigt werden; da jedes Bild etwa 2 cm hoch ist, wird somit ein Film von 20 m Länge in einer Zeit von etwa einer Minute zur Darstellung gebracht.

Es sei noch bemerkt, daß das Material des Filmbandes (Celluloid) sehr leicht entzündlich ist; man muß es daher gegen Erhitzung schützen. Das ganze Gebiet der Kinematographie ist im „Handbuch der praktischen Kinematographie" (im gleichen Verlage erschienen) eingehend behandelt (300 Seiten Text mit 125 Abbildungen. Mk. 8.— Ed. Liesgangs Verlag, Leipzig); Interessenten sei dies Werk zur Beschaffung empfohlen.

Die Herstellung der Projektionsbilder.

A. Ohne Hilfe der Photographie.

Es kommt zuweilen vor, daß man in aller Eile eine Zeichnung auf Glas fertigen muß, die man mit der Laterne projiizieren will. Ein vorzügliches Mittel, das Glas zu präparieren, ist eine Auflösung von 1 Teil Dammarharz in 15 Teilen Benzol, wozu man auf 100 g einige Tropfen Kautschuklösung gießt.

Dieser Lack trocknet ganz durchsichtig auf. Man kann darauf die feinste Schrift oder Zeichnung mit Stahlfeder und Tusche ausführen.

Wenn man Kreise aufzusetzen hat, legt man da, wo der Zirkel zu stehen kommt, ein feuchtes Stück Karton hin, das man nachher wieder entfernt.

Noch einfacher ist folgendes Verfahren: In einem Liter kochenden Wasser löst man 10 g weiße Gelatine auf, taucht die Platten einige Sekunden in die noch heiße Flüssigkeit und stellt sie zum Trocknen auf. Will man den Gelatineüberzug auf der einen Seite wieder entfernen, so kann dies mit Hilfe eines in heißes Wasser getauchten Leinen- oder Lederlappens geschehen. Bei einiger Vorsicht gelingt es leicht, zu verhüten, daß die zweite Schichtseite durch überlaufendes Wasser verletzt wird.

Um Zeichnungen aller Art aus illustrierten Werken rasch zu kopieren, überziehe man Glimmertäfelchen mit dem erwähnten Lack und zeichne mit Tusche die Figuren durch.

Auch kann die Zeichnung oder Pause auf fein mattiertem Glas mit Bleistift gemacht werden; um die Scheibe später

durchsichtig zu machen, befeuchtet man sie mit einer Mischung von Wasser und Glyzerin. Soll die Zeichnung aufbewahrt werden, so nimmt man Tinte oder Tusche und überzieht sie mit Hilfe eines Zerstäubers mit dünner Schellacklösung.

Auf verschiedene Weise lassen sich Papierbilder auf Glas übertragen. In den meisten Fällen ist das beste Mittel, vom Papierbild ein Negativ zu machen und hiervon ein Diapositiv auf Glas zu photographieren. Wo aber nur ein solcher Abdruck gebraucht wird, und wenn es auf besondere Schönheit weniger ankommt als auf getreue Wiedergabe des Originals, kann man häufig eines der nachstehenden einfacheren Verfahren benutzen.

Das erste besteht darin, das Bild selbst auf eine Glasplatte zu kleben und das Papier auf mechanischem Wege zu entfernen.

Man bereite zwei Auflösungen, eine von Tragant und eine von Eiweiß.

In einem Mörser mischt man 10 g gepulvertes Tragantgummi allmählich mit 140 Kubikzentimeter heißem Wasser. Diese trübe Mischung kocht man einen Augenblick auf, gerade wie man Stärkekleister bereitet. In einem gut verschlossenen Gefäß läßt sich die Lösung lange verwahren.

Ferner schlägt man das Weiße von ein paar Eiern mit einigen Tropfen Karbolsäure zu Schnee; läßt den Schaum zergehen und gießt die Flüssigkeit in eine Flasche, die man gut verkorkt.

Eine gut gereinigte Glasplatte wird wagerecht gelegt und darauf wird mit einer Messerklinge eine dünne Schicht Tragantschleim blasenfrei aufgetragen. In einigen Minuten wird die Schicht gleichmäßig dick sein. Das zu übertragende Bild auf Albuminpapier wird mit lauwarmem Wasser vom Karton abgelöst und, mit der Bildseite nach oben, flach auf eine andere Glasplatte gelegt, alsdann mit einer dünnen Eiweißschicht (ebenfalls ohne Blasen) versehen. Nach einer oder zwei Minuten läßt man das flüssige Eiweiß ablaufen, man hebt das Bild lang-

sam an zwei entgegengesetzten Ecken und legt es langsam, Bild nach unten, auf die mit Tragant versehene Platte, so daß keine Blasen dazwischen kommen. Auf das Bild legt man Saugpapier, man drückt dies scharf an und läßt freiwillig trocknen.

Nach dem Trocknen wird das Bild mit einem nassen Tuch soweit abgerieben, bis das Bild sichtbar wird; man reibe nicht zu stark, um es nicht zu beschädigen. Zum Schluß reibt man die letzten Papierfasern mit einem leinenen Läppchen, das in Alkohol getaucht wurde, ab. Vorsicht ist hier erforderlich. Wenn alles Papier entfernt ist, macht man das Bild mit einer Mischung von Rizinusöl und Terpentinöl gänzlich durchsichtig und trocknet es durch Abreiben mit einem Flanell-Lappen.

Kupferstiche lassen sich auf Glas abziehen, wenn man dieses erst mit Dammarfirnis oder mit Kanadabalsam überzieht und einen halben Tag oder länger liegen läßt, bis es ganz klebrig geworden ist. Das abzuziehende Bild wird in weichem Wasser gut eingeweicht und mit der Bildseite auf das gefirnißte Glas so aufgelegt und angedrückt, daß keine Luftblasen oder Wassertropfen von der anderen Seite mehr bemerkbar sind. Dies muß einen ganzen Tag trocknen, ehe man es anrührt. Dann reibt man mit dem nassen Finger das Papier ab. Wenn dies vorsichtig geschieht, kann man fast alles Papier entfernen, so daß nur die Farbe am Glas sitzen bleibt. Nachdem alles Papier entfernt wurde, läßt man das Bild trocknen und reibt es mit der oben angegebenen Ölmischung ein.

Zeichnungen jeder Art, Photogramme auch auf anderem Papier lassen sich direkt auf Glas kopieren mittelst des Staubfarben-Verfahrens. Eine Glasplatte wird mit einer Auflösung von 10 g Dextrin, 10 g Traubenzucker und 10 g doppeltchromsaurem Ammon in 200 Kubikzentimeter kochendem Wasser überzogen, im Dunkeln über der Weingeistlampe getrocknet und unter dem Originalbild, das man mit einer geschmolzenen Mischung gleicher Teile Rizinus- und Terpentinöl durchsichtig gemacht hat, in einem gewöhnlichen Kopierrahmen in der Sonne eine Minute, bei zerstreutem Licht zehn bis zwanzig

Minuten belichtet. Die belichtete Platte stäubt man mit feinst gepulverter schwarzer Konté-Kreide mehrmals ein. Kommt das Bild sehr rasch und dabei zugleich verschleiert, so war die Belichtung zu kurz. Verschmiert es sich, so ist zuviel Feuchtigkeit zugegen. Erscheint nur ein sehr scwaches Bild, so hat man zu lange belichtet. Das fertig entwickelte Positiv wird gut abgestäubt, mit dünnem Rohkollodium übergossen und in Wasser gewaschen, bis es seine gelbe Farbe verloren hat. Nach dem Trocknen wird es mit Negativlack gefirnißt.

Wie für die alte Laterna magica, so werden auch für den Projektionsapparat noch häufig Glasstreifen bemalt, die zum Durchziehen bestimmt sind. Geeignete Sujets findet man auf Bilderbogen. Die Zeichnung trägt man mit schwarzem Lack oder mit Ölfarbe auf.

Fig. 83. Durchziehbild.

Zeichnungen lassen sich hübsch in Glas einätzen, wenn man die Glasplatte erwärmt, ein Stückchen Bienenwachs darauflegt, bis dies schmilzt, und es über die ganze Fläche fließen läßt. Nach dem Kaltwerden zieht man mit einer Nadel die Zeichnung bis auf die Glasfläche durch. Man nimmt einen alten Teller oder sonst ein wertloses Gefäß und gibt einen Eßlöffel voll gepulverten Flußspath hinein; darauf gießt man ebensoviel starke Schwefelsäure und rührt dies mit einem Stock durcheinander. Jetzt nimmt man ein Brett, so groß, daß es den ganzen Teller oder das Gefäß bedeckt, und befestigt daran mit Heftzwecken das Glas mit der Zeichnung. So legt man den Deckel auf den Teller, daß die Zeichnung den Ausdünstungen des Gemisches ausgesetzt wird. Man erwärmt den Teller schwach, und hütet sich vor dem Einatmen der Dämpfe, die sich jetzt bilden. Am besten stellt man den Teller samt dem Bild ins Freie, oder unter einen gut ziehenden Schornstein.

Nach acht bis zehn Minuten nimmt man das Bild fort, reibt das Wachs weg und findet dann das Bild ins Glas eingeätzt.

Am schönsten zeigen sich in der Laterne Linienzeichnungen, wenn man diese auf Glas photographiert und als Negative projiziert. Die Linien kommen dann hell und klar auf schwarzem Grund.

Statuen auf mattem Glas.

Sehr hübsche Statuenbilder für Nebelbilder-Vorstellungen werden in folgender Weise ausgeführt.

Man verschaffe sich ein Stück möglichst fein mattgeschliffenes Glas, frei von Fehlern, als: Luftblasen, Kritzern u. dergl. Man reinigt es mit starkem Seifenwasser und darauf mit Wasser allein. Schließlich trocknet man es gut ab und behütet es vor Finger- oder Fettflecken.

Die Figur oder Gruppe wird auf Papier gezeichnet und das Glas darauf gelegt, so daß die matte Seite nach oben kommt. Auf die matte Seite zeichnet man die Figur mit einem Faberstift HB durch. Sodann setzt man die zartesten Töne mit einem H-Stift sehr leicht ein. Zum Vertreiben und Weichermachen der Bleistiftzeichnung verwende man einen Lederwischer; doch darf man nicht gar zu viel mit dem Wischer arbeiten. Sollten einige Schattierungen mehr Kraft brauchen, so setzt man diese mit einem HB-Stifte ein. Wenn man die Schatten aufgearbeitet hat, setzt man die Lichter mit einem Pinsel ein, den man in eine Mischung von Mastixfirnis und Trockenöl eingetaucht hat. Dies muß mit großer Vorsicht geschehen.

Zum Schluß deckt man den ganzen Hintergrund vollständig mit schwarzer Wasserfarbe ab, so daß er durchaus kein Licht durchläßt. Der Deckgrund muß rundum scharf an den Umriß der Zeichnung sich anschließen. Das Bild ist nunmehr fertig und braucht nur noch mit einem Deckglase versehen zu werden. Der Effekt im Projektions-Apparat ist sehr schön.

Statuen oder sonstige plastische Werke werden gewöhnlich so vorgeführt, daß der Gegenstand weiß auf schwarzem Grunde erscheint. Wenn eine Doppellaterne mit Dissolver angewendet wird, ist es aber oft erwünscht, das Bild selbst in die eine Laterne einzusetzen und dann einen farbigen Grund von der anderen Laterne aus auf den Schirm zu werfen. Dies kann geschehen, indem man eine gefärbte Gelatinefolie in einen Rahmen einläßt wie ein gewöhnliches Laternbild und dann diesen Rahmen in die zweite Laterne einschiebt. Dieser farbige Grund muß allmählich aufgeworfen werden und bisweilen ist es gut, mehrere Farben hintereinander zu gebrauchen.

Astronomische Tafeln.

Mit Hilfe einiger Stücke geschwärzten Kartonpapiers, einiger Stahlpunzen, Nadeln von verschiedener Dicke und farbigen Gelatinefolien kann man sich eine ganze Reihe von astronomischen Tafeln herstellen. Nach einem der populären Werke der Astronomie fertigt man auf dem Karton die Zeichnungen der verschiedenen Konstellationen an und schlägt vermittelst der Punzen die Sternbilder aus. Die Kreise der Planeten werden mit einer feinen Nadel als gebrochene Linien durchstochen. Auf die Öffnungen klebt man farbige Gelatinetäfelchen. Mit Tusche und einem feinen Pinsel setzt man die Streifen des Jupiter, oder die Ringe des Saturn auf.

Größere Einzelbilder der Planeten fertigt man mit Hilfe des Zirkels und eines scharfen Federmessers in ähnlicher Weise. Bei diesen nimmt man statt der Gelatinefolien Glimmertäfelchen, worauf sich mit eigens zu diesem Zweck präparierten Farben die nötige Zeichnung leicht anfertigen läßt. Wo aber nur ein glatter Farbton gefordert wird, ist die farbige Gelatine einfacher. Die Mondphasen, Verfinsterungen, selbst der Durchgang lassen sich ohne große Schwierigkeiten wiedergeben.

B. Photographische Projektionsbilder.

Um die Projektionsbilder nach photographischen Negativen herzustellen, hat man die Auswahl unter einer Reihe verschiedener Verfahren. Will man Diapositive in großen Massen von einem Sujet anfertigen, so empfiehlt sich das Kollodionverfahren, der Woodburydruck, das Albuminverfahren usw. Ist dagegen nur ein Exemplar nötig, so verwendet man mit Vorteil den Pigmentdruck (mit Übertragung auf Glas) oder photographisches Abziehpapier. Für beide Zwecke, sowohl für größere Quantitäten, wie für einzelne Stücke eignen sich die Chlorbromsilberplatten. Wir wollen deshalb von diesen zuerst sprechen.

Chlorbromsilberplatten.

Man kann diese in den gewöhnlichen Laternbilder-Formaten fertig beziehen. Früher beherrschten die englischen Fabrikate vollständig den Markt, jetzt haben wir aber vollkommen gleichwertige deutsche Erzeugnisse, die man bei jedem einschlägigen Händler bekommen kann. Im großen Ganzen zeigen die Platten wenig Unterschiede, und wer einigermaßen sorgsam arbeitet, kommt mit jeder Sorte zurecht. Meist findet man eine genaue Gebrauchs-Anweisung beigegeben, die die besonders zu empfehlenden Entwickler-Rezepte verzeichnet. Die eine Sorte ist mehr, die andere weniger empfindlich, sonst ist kein prinzipieller Unterschied.

Die Chlorbromsilberplatten tragen eine lichtempfindliche Gelatineschicht, ähnlich wie die Trockenplatten. Die Schicht muß für die Projektionsplatten nur bedeutend feinkörniger sein und ist deshalb auch weniger lichtempfindlich, als die der gewöhnlichen Momentplatten. Man muß aber doch im Dunkelzimmer bei rotem Licht arbeiten.

Je nach der Größe des Negativs exponiert man die Platte im Kopierrahmen oder man verkleinert (oder vergrößert) mit der Kamera. Ist die Aufnahme (das Negativ) so, daß man die

Gegenstände in derselben Größe auf dem Laternbild haben will, so benutzt man das erstere, einfachere Verfahren:

Man staubt die Chlorbromsilberplatte mit einem trockenen Dachshaarpinsel gut ab, ebenso das Negativ, und legt beides, Schicht gegen Schicht in den Kopierrahmen. (Es ist oft schwer, die Schichtseite der Laternplatte zu erkennen, weil dieselbe beinahe ebenso glatt ist wie die Glasseite. Das einfachste Erkennungsmittel ist, die Platte anzuhauchen: die Glasseite beschlägt sich, die Schichtseite nicht). Hat man die beiden Platten in die Lage gebracht, daß die richtigen Stellen zum Kopieren gelangen, so schließt man vorsichtig den Kopierrahmen und exponiert. Die Expositionsszeit schwankt mit der Dichtigkeit des Negativs, der Intensität des Lichtes und man kann daher keine Norm angeben. Im Durchschnitt exponiert man bei Tageslicht in einiger Entfernung vom Fenster eine oder mehrere Sekunden, bei Gaslicht eine Minute und mehr. Weil die verschiedenen Plattensorten auch verschiedene Empfindlichkeit besitzen, ist eine genaue Angabe hier nicht möglich. Man findet diese aber in den speziellen, gewöhnlich beigegebenen Gebrauchs-Anweisungen. Zu lange oder zu kurze Exposition äußern sich in derselben Weise wie bei den Momentplatten: bei Unterexposition werden die Bilder zu hart, bei Überexposition zu flau.

Als Entwickler für Laternplatten werden die verschiedensten Ansätze empfohlen. Am wenigsten eignet sich der sonst so gute Pyrogall-Entwickler, weil er zu leicht Gelbschleier verursacht. Zu empfehlen ist es, je nach dem Negativ den Entwickler etwas zu modifizieren. Am leichtesten ist das möglich beim Rodinal. Hat man ein hartes, kontrastreiches Negativ, so verdünnt man Rodinal mit der 30—40 fachen Menge Wasser und setzt wenig Bromkalium zu. So erhält man ein reiches harmonisches Diapositiv. Bei einem flauen Negativ nimmt man Rodinal 1 : 10 mit viel Bromkalium und bringt damit die nötige Kraft in das Bild. Mit Rodinal und ebenso mit Metol, Amidol erhält man rein schwarze Diapositive, man muß aber genügend Bromkalium zusetzen, um Schleier zu verhüten.

Hydrochinon arbeitet langsam und klar. Auch hier hat man es in der Hand, die Diapositive kontrastreich oder weich zu halten, wenn man mit zwei Lösungen arbeitet:

a)	Wasser	150 ccm
	Schwefligsaures Natron (kryst.)	25 g
	Hydrochinon	3 g
	Bromkalium	2 g
b)	Wasser	150 ccm
	Kohlensaures Natron (kryst.) .	50 g

Für ein normales Diapositiv mischt man a und b zu gleichen Teilen. Soll das Bild kontrastreich werden, so nimmt man mehr von Lösung a, soll es weich werden, mehr von b.

Durch dieses Abstimmen des Entwicklers kann man von den verschiedensten Negativen doch gleichwertige Laternbilder herstellen.

Metol entwickelt rasch und sehr weich. Es eignet sich also besonders für Bilder von unterexponierten, harten Negativen.

Bei Entwicklung von Diapositivplatten muß man vor allem darauf achten, sie klar und schleierfrei zu halten. Am besten nimmt man zum Entwickeln eine weiße Porzellanschale, wodurch man immer einen Anhalt hat, ob sich auf der Platte schon Schleier gebildet hat. Man beurteilt die Bilder in der Durchsicht, wobei der weiße Porzellanboden wiederum gute Dienste leistet. (In einer weißen Porzellanschale bemerkt man auch am schnellsten, wenn sich der Entwickler gelb oder braun färbt. Die Lösung ist dann zur Entwicklung von Laternplatten nicht mehr zu gebrauchen, weil sich zu leicht ein gelblicher Belag auf den Platten bildet, der nur schwer mit Klärbädern zu entfernen ist. (Es ist das nur von den alkalischen Entwicklern gemeint.)

Hat das Diapositiv die rechte Kraft erreicht, so spült man es gründlich ab und fixiert in reinem Fixierbad. Bei einzelnen Entwicklern, z. B. Rodinal muß man das Bild etwas dunkler werden lassen, weil es im Fixierbad wieder an Kraft verliert.

Nach viertelstündigem Verweilen im Fixierbad wäscht man eine Stunde lang gründlich aus und läßt trocknen.

Die Chlorbromsilberplatten lassen sich verstärken, abschwächen, tonen (mit Uran oder Eisen) wie die gewöhnlichen Trockenplatten und Bromsilberpapiere.

Vielfach wird empfohlen, die Diapositivplatten nach dem Fixieren zu härten (mit Alaun, Formalin). Statt dessen tut man besser, die Platten mit Kopallack zu lackieren. Man muß zu diesem Zwecke die Platte vorher anwärmen, wodurch alle Feuchtigkeit ausgetrieben wird. Wenn dann die Lackschicht aufgegossen wird, schließt sie die Gelatineschicht vollkommen trocken ab. Das ist von großer Wichtigkeit, denn wenn einmal das Laternglas unter Deckglas eingefaßt ist, muß die Platte absolut trocken sein, weil die Gelatine, deren Feuchtigkeit dann nicht mehr entweichen kann, in der Hitze der Projektionslampe schmelzen würde. Bei dem Härten der Gelatine mit Alaun bekommt man oft häßliche weiße Niederschläge in der Schicht, bei der Verwendung von Formalin blättert sich die Schicht bei Wärme manchmal ab.

Will man Laternbilder auf Chlorbromsilberplatten von größeren Negativen herstellen, so verfährt man folgendermaßen: Man bringt das Negativ mit einer reincn weißen Mattglasscheibe gleicher Größe zusammen und befestigt beides am Fenster, so daß es gleichmäßig beleuchtet ist. (Direktes Sonnenlicht ist zu vermeiden.) Hiervor bringt man nun die Kamera und stellt genau auf die Größe der Laternplatte ein. Bevor man die Aufnahme macht, muß man alles Seitenlicht abdecken. Zu diesem Zwecke macht man eine Maske aus Pappe, deren Ausschnitt von der Größe des Negatives ist. Man bringt die Maske vor das Negativ und deckt nun den ganzen Raum vom Negativ bis zum Objektiv des Apparates möglichst dicht ab. Man kann das ganz einfach machen, indem man die obere Kante der Pappe etwas umknickt, dann ein leichtes Brett oder einen Stab von dieser Ecke nach der oberen Kante des Apparates legt und hierüber ein schwarzes Tuch (Einstelltuch) breitet. Dies wird unten mit Nadeln zusammengesteckt und bildet so einen ganz geschlos-

senen Raum. Die Hauptsache ist, daß kein anderes direktes Licht in das Objektiv gelangt, als durch das Negativ mit der Mattscheibe. Deshalb muß man auch die klaren Ränder des Negativs abdecken. Nachdem scharf eingestellt ist, wird die Chlorbromsilberplatte in die Kassette eingelegt und belichtet. Die Belichtungszeit richtet sich nach der Größe und Dichtigkeit des Negativs, der Lichtstärke und der Empfindlichkeit der Platte. Das Bild wird dann wie oben entwickelt und weiter behandelt.

Die Chlorbromsilberplatten sind im allgemeinen nicht schwer zu handhaben und jeder, der schon eine Trockenplatte entwickelt hat, kann damit leicht zurechtkommen. Wenn es sich darum handelt, rasch ein Laternbild zu haben, sind sie für den Amateur unersetzlich; andererseits eignen sie sich auch gut zur Herstellung größerer Quantitäten.

Ebenfalls für den Amateur leicht ausübbar ist das Verfahren mit photographischem

Abziehpapier.

Es ist ein fertig präpariertes Chlorsilberkollodionpapier, das wie Celloidin- oder Aristopapier im Kopierrahmen auskopiert, getont und fixiert wird. Danach wird die obere Haut, die das Bild trägt, mit warmem Wasser von der Papierunterlage abgelöst und auf Glas übertragen.

Letzteres vollführt man am besten folgendermaßen:

Nachdem das Bild das Tonfixierbad, resp. das Fixiernatronbad verlassen hat und gründlich ausgewaschen worden ist, quetscht man es auf eine Glasplatte, welche vorher mit einer *2* prozentigen Gelatinelösung überstrichen worden war. Alle Luftblasen, die sich zwischen dem Papier und dem Glas festgesetzt haben sollten, müssen mit einem Gummiquetscher herausgepreßt werden. Nachdem das Papier etwa 15 Minuten angetrocknet ist, taucht man die Platte in warmes Wasser, worauf sich das Papier leicht abziehen läßt. Das Kollodion-

häutchen bleibt mit dem Bilde auf dem Glas zurück. Der Vorteil des Abziehpapiers besteht darin, daß man das Kopieren des Bildes genau und sicher verfolgen kann. Etwas dunkler kopieren wie gewöhnlich ist unbedingt nötig, weil das Bild ja nicht in der Aufsicht, sondern in der Durchsicht beurteilt werden muß.

Sehr schöne Laternbilder liefert ein anderes Verfahren, welches aber seiner Schwierigkeit wegen selten angewendet wird, der

Pigment-Druck (Kohle-Druck).

Es würde zu weit führen, das ganze Verfahren hier zu beschreiben, und es sei deshalb auf die einschlägigen Bücher und die Gebrauchs-Anweisungen verwiesen, die den käuflichen Pigmentpapieren (auch Kohlepapier genannt) beiliegen. Für unsere Zwecke verlange man stets das Spezial-„Transparency"-Kohlepapier, es ist eigens zur Herstellung von Diapositiven bestimmt.

Der Kohledruck liefert vorzüglich durchgearbeitete Diapositive, bietet aber dem Ungeübten große Schwierigkeiten. Er eignet sich auch nicht zur Herstellung von großen Massen. Hier ist er verdrängt worden durch den in vielem ähnlichen

Photorelief- oder Woodbury-Druck.

Ebenso wie ein Kohlediapositiv übertrifft ein gut ausgeführtes Woodburybild an Durcharbeitung und feiner Transparenz so ziemlich alle nach anderen Verfahren hergestellten Bilder, weil eben die Wahl der Farbe, ob körperhaft oder transparent, ganz im Belieben des Druckers liegt. Wer solche Bilder besitzt, möge nicht vergessen, daß sie auf Spiegelglas gefertigt sind, und daß dieses eine viel weichere Oberfläche hat als gewöhnliches Glas; deshalb muß es vor Beschädigung durch harte oder scharfe Gegenstände besonders vorsichtig geschützt werden.

Eine kurze Beschreibung des Woodbury-Verfahrens dürfte nicht ohne Interesse sein.

Eine Chromgelatineschicht wird unter einem Negativ dem Licht ausgesetzt, durch welchen Prozeß die von den Sonnenstrahlen getroffenen Stellen der Gelatine unlöslich und hart werden, die anderen Stellen hingegen löslich bleiben. Die Schicht wird alsdann in heißes Wasser gelegt, worin die von der Sonne nicht getroffenen Stellen der Gelatine aufgelöst werden, so daß sich ein Relief bildet, dick in den Schatten, dünn in den Lichtern, und so zart, daß deren dreihundert aufeinandergelegt noch kaum einen Zoll in der Dicke messen würden.

Wir haben dann also eine Schicht, die in ihren dickeren Stellen, d. h. in den tiefsten Schatten, nicht ganz $^1/_{300}$ Zoll dick ist, während die dünnsten Stellen einem Spinngewebe gleich kommen. Und diese äußerst zarte Schicht bildet die Grundform, aus der die Woodbury-Laternbilder hergestellt werden.

Von diesem Relief muß ein Intaglio gefertigt werden, das heißt ein Abdruck, worin die erhabenen Stellen des Reliefs proportionell vertieft stehen. Dazu wird die Schicht auf eine völlig ebene Stahlplatte gelegt und darüber eine Platte aus Schriftmetall, dann wird das Ganze in einer hydraulischen Presse sehr starkem Druck ausgesetzt, bis jede Stelle des Reliefs in die Metallplatte eingedrückt ist. Das Resultat ist eine vollständige Intaglio-Matrize, in welcher alle Schattenabstufungen des Reliefs auf das genaueste, aber nach innen, d. h. vertieft dargestellt sind. Die Gelatineschicht aber ist dabei unverletzt geblieben und kann immer wieder von neuem benutzt werden.

Auf diese, vorher eingefettete, Matrize wird eine heiße gelatinöse Farbe gegossen, eine vollkommen gereinigte Spiegelglasplatte darauf gepreßt und alle überschüssige Farbe ausgequetscht. In wenig Minuten ist sie kalt; die Glasplatte, an der die gefärbte Gelatine fest klebt, wird weggenommen — und das Laternbild ist fertig.

Wir haben gesagt, die Gelatineschicht ist etwa $^1/_{300}$ Zoll dick, aber es ist nicht zu tief gegriffen, wenn man nur $^1/_{500}$ Zoll annimmt. Dies repräsentiert die tiefsten Schatten und

doch ist jede mögliche Tonabstufung getreu wiedergegeben. Wie dünn die Farbe sein muß, geht daraus hervor, daß in einem Woodbury-Laternbild höchstens 0,001 Gramm Kohle — woraus der Farbstoff hauptsächlich besteht — enthalten ist.

Die Vorzüglichkeit der Woodburybilder hat ihren Grund in dem Umstande, daß die zur Anwendung kommenden Farben durchsichtig sind, das Licht durchscheinen lassen, so daß auf dem Schirme sämtliche Schattenabstufungen getreu zur Geltung kommen. Bei einem gewöhnlichen photographisch hergestellten Laternbild ist der Farbstoff metallischer Natur und deshalb so undurchsichtig, daß es oftmals selbst beim stärksten Kalklicht nicht möglich ist, etwas anderes zu projizieren, als ein schwarz und weißes Bild.

Ferner kann die Farbe der Woodburybilder nach Belieben gewählt werden, hinsichtlich der Dichtigkeit sowohl als des Tones, gewöhnlich aber wird ein warmer Sepia- oder ein Schokoladenton vorgezogen. Einige Bilder, z. B. Mondansichten, werden in kaltem Blau gedruckt, andere, wie Darstellungen von Tropfsteinhöhlen, in Hellblau.

Glasphotogramme werden dadurch viel haltbarer gemacht, daß man die Papierränder mit Schellackfirnis überzieht. Nachdem man dies getan und der Lack ganz trocken geworden, lege man die Bilder in Haufen von 25 Stück aufeinander, aber jedes Bild egal, sowie es in die Laterne geschoben werden muß, und ziehe mit einem in weiße Ölfarbe getauchten Pinsel einen Strich quer über die Papierränder des Haufens, und zwar nicht in der Mitte, sondern mehr nach oben. Wenn dann später beim Zusammenlegen der Bilder eins verkehrt kommt, sieht man dies sofort, weil dann der Strich nicht durchgeht. Man wird dies auch bei Bildern in Holzfassung als sehr nützlich erkennen.

Um Projektionsbilder mit Titeln oder Nummern zu versehen, pflegen viele außen, auf das Deckglas, schmale, beschriebene Papier-Etiketten zu kleben. Diese machen sich jedoch nicht besonders schön. Ein sauberes und fertigeres Aussehen erhalten die Glasbilder, wenn man nach dem Vorschlag von Armstrong die Schrift auf den, die Bilder umrahmenden Papier-

masken anbringt. Zu diesem Zwecke setzt man in einer weithalsigen Flasche eine Lösung von reiner Schlemmkreide in kaltem Wasser an (dies darf nicht so dick sein, daß sie Salbenkonsistenz hat und muß vor dem Gebrauche gut umgeschüttelt werden). Diese benutzt man zum Schreiben, was mit einer neuen, spitzen Feder geschieht. Die anfangs milch-bläuliche Farbe der Schrift wandelt sich nach dem Trocknen, das sehr schnell vor sich geht, in blendendes Weiß um.

Zum Schlusse sei hier noch ein Verfahren beschrieben, welches dem naßen Collodion-Verfahren ähnlich ist und gleichfalls ungemein klare Bilder von schwarzer Färbung liefert, nämlich

Das Albuminverfahren.

Wir beschreiben hier ein von Pringle modifiziertes Verfahren, das keine Fehler des älteren Albuminprozesses zeigt. Namentlich wird die Schwierigkeit, eine gleichmäßige Albuminschicht auf dem Glase zu erzeugen, vermieden, und zwar durch einen Unterguß von Collodion.

Man hat zunächst für ein geeignetes poröses Collodion Sorge zu tragen. Es ist dies von Wichtigkeit, weil durch die Collodion-Grundschicht die Schwierigkeiten des ganzen Verfahrens bedeutend vermindert werden. Ist das Collodion von der richtigen Beschaffenheit, so dringt das darüber ausgebreitete flüssige, jodierte Albumin leicht in dasselbe ein, etwa auf die Platte gelangender Staub sinkt in die Collodionschicht ein und richtet hier sehr geringen Schaden an. Gutes, gewöhnliches Negativ-Collodion, welches etwa acht Wochen vor dem Gebrauche jodiert worden ist, das aber natürlich noch nicht zersetzt (rot geworden) sein darf, dient dem Zwecke vollkommen. Auf eine Glasplatte aufgetragen, muß dasselbe eine klare, glatte Schicht liefern, die weder opaleszierend noch körnig sein darf und gut an der Platte haften muß.

Zur Bereitung der Albuminlösung nimmt man zehn bis zwölf frische (etwa einen Tag alte) Eier, zerschlägt sie,

trennt das Eiweiß sorgfältig vom Gelben und entfernt aus ersterem die Keime. Man wird darnach annähernd 300 ccm Eiweiß haben. Hierzu gibt man eine Mischung von 1,5 ccm Eisessig mit 15 ccm destilliertem Wasser, indem man mit einem Glasstabe vorsichtig umrührt. Die Mischung muß zwar eine innige werden, aber man darf auf keinen Fall so heftig umrühren, daß Schaum entsteht. Das Gefäß mit der Mischung wird dann ungefähr zwei Stunden lang an einen mäßig warmen Ofen gestellt. Nach Verlauf dieser Zeit wird man an der Oberfläche der Lösung einen halbfesten, ziemlich undurchsichtigen Klumpen finden, während die Lösung selbst ganz hell und klar sein wird. Man entfernt den Klumpen und alle etwa zurückbleibenden Teile, und filtriert die klare Lösung durch ein Batisttaschentuch oder durch etwas rauhes Filtrierpapier. In etwa einer halben Stunde wird der Filtrierprozeß beendet sein.

Es werden dann noch 210 bis 240 ccm reines Eiweiß zurückgeblieben sein; diesen setzt man dann 2,5 ccm stärkster Ammoniakflüssigkeit, sowie eine Lösung von 3 Gramm Jodammonium in 15 ccm Wasser zu. Es empfiehlt sich ferner, noch 0,5 Gramm Bromammonium zuzusetzen. Die Mischung wird hierauf gut filtriert und ist dann zum Gebrauche fertig. Man achte darauf, daß diese immer nach Ammoniak rieche, andernfalls setze man weitere kleine Mengen von Ammoniakflüssigkeit zu. Bisweilen wird man nudelförmige Klumpen in der Lösung finden; diese schaden nicht, müssen aber vor dem Gebrauche der Lösung abfiltriert werden. Um Luftblasen in der Lösung zu vermeiden, die sehr lästig sind, versehe man den Trichter des Filtrierapparates mit einem Gummischlauch, der bis auf den Boden der Flasche reicht.

Die Sensitierungsflüssigkeit wird wie folgt bereitet. Man löst 30 Gramm Silbernitrat in 300 ccm destill. Wasser und setzt 30 ccm Eisessig, sowie einen kleinen Krystall (etwa $^1/_8$ Gramm) Jodkalium zu. Die Lösung wird in eine flache Schale oder in eine Stehküvette filtriert.

Die eigentliche Plattenpräparation ist nun folgende. Am besten nimmt man zum Überziehen große Platten

und schneidet sie nach der Präparation auf das erforderliche Format. Das Glas muß, namentlich für Projektionsphotogramme, vollkommen blasen- und fehlerfrei sein. Man reinigt das Glas sehr gründlich mit Plattenputzpulver, legt es auf einen pneumatischen Plattenhalter und überzieht es in der bekannten Weise mit oben beschriebenem Collodion. Nach dem Erstarren der Schicht legt man die Platte in ein Wasserbad, bis das im Collodium enthaltene, das Wasser gelb färbende Jodsalz ausgewaschen ist, oder, falls man nichtjodiertes Collodion verwendet hat, bis die Collodionschicht das Wasser nicht mehr fettig abstößt. Man kann inzwischen eine andere Platte mit Collodion überziehen. Nach dem Auswaschen läßt man die Platte einige Augenblicke abtropfen, gießt dann eine Quantität der Albuminlösung darauf und läßt letztere über die Collodionschicht laufen: das überschüssige Wasser, welches durch die Albuminflüssigkeit dabei über die Platte getrieben wird, läßt man in den Ausguß abfließen. Nachdem man die Platte wieder einige Sekunden hat abtropfen lassen, gießt man zum zweitenmal von der Albuminlösung darauf, diesmal aber läßt man diese mindestens eine Minute lang rückwärts und vorwärts gleichmäßig über die Schicht laufen, damit sie recht in die Collodionschicht eindringt. Man kann diese Operation nötigenfalls wiederholen, jedesmal aber sollte man die überschüssige Albuminlösung durch Filtrierpapier wieder in die Vorratsflasche zurücklaufen lassen. Die Platte wird sodann auf einem Gestell an einem luftigen, staubfreien Orte freiwillig trocknen gelassen und dann vor einem Ofen so viel erwärmt, daß man sie noch eben mit der Hand anfassen kann; in diesem Zustande halten sich die Platten in trockner, reiner Luft längere Zeit.

Das Sensitieren geschieht folgendermaßen. Nachdem man die Silberlösung in eine ganz reine Schale oder Küvette filtriert hat, legt man eine Platte, mit der Schichtseite nach oben, in die Lösung, welche die Platte ganz gleichmäßig bedecken muß, und läßt sie 30, höchstens 40 Sekunden darin. Die Schale kann währenddem gelinde hin und her geschaukelt werden. Man nimmt dann die Platte mit einem Taucher aus Horn oder Fein-

silber heraus und legt sie sofort in destilliertes oder in gekochtes Regenwasser. Sie wird hierauf unter der Leitung gut abgespült und zum Trocknen beiseite gestellt. Sie hält sich in trockner und reiner Luft mehrere Tage lang.

Die Belichtungsdauer der Albuminplatten beträgt unter einem Gelatinenegativ von Durchschnittsdichtigkeit 15 bis 20 Sekunden in zerstreutem Lichte, an einem Tage, an welchem das Licht gut ist, aber die Sonne nicht scheint; oder 30—35 Minuten beim Lichte eines kräftigen Gasbrenners, 20 cm davon entfernt. Künstliches Licht ist dem Sonnenlichte vorzuziehen, da kleine Fehler in der Belichtungsdauer bei demselben keinen so schädlichen Einfluß auf das Resultat ausüben als bei dem stärker wirkenden Sonnenlicht. Die Exposition richtet sich natürlich nach der Kraft des Negativs: einige Negative erfordern eine Exposition von 50 Sekunden bei Tageslicht und zwei Stunden bei Gaslicht.

Es empfiehlt sich während des Kopierens, besonders falls dies bei Tageslicht geschieht, die Ränder der Platte durch eine Maske abzudecken, da andernfalls im Diapositiv ein Lichthof entstehen würde. Die Maske muß sehr dünn und ihr Ausschnitt etwas größer sein als derjenige der Maske, die beim Verkleben des fertigen Bildes auf diesem befestigt wird.

Ein Stereogramm kann etwas länger belichtet werden als ein Projektionsphotogramm, wenigstens ist bei letzterem die Gefahr der Überexposition größer als bei ersterem.

Für die Entwicklung der Platten gebraucht man eine Vorrichtung, um die Lösung warm zu halten. Die Temperatur kann 49° C. betragen. Entwickelt man kalt, so muß man viel länger belichten und die Töne fallen weniger schön aus. Der Entwickler sowie das destillierte Wasser, worin die Platten zuerst gebadet werden, müssen daher in Flaschen, die heiß stehen, zur Hand gehalten werden. Ein guter Entwickler ist der folgende:

a) Wasser . . . . 960 ccm
Zitronensäure . . . . . 1 g

	Eisessig	12 ccm
	Pyrogall	6 g

hierzu:

b)	Wasser	96 ccm
	Zitronensäure	1 g
	Silbernitrat	1 g

Man nimmt zum Entwickeln zuerst 30 ccm von Lösung a und setzt ihr von Zeit zu Zeit kleine Portionen von Lösung b zu, zuerst etwa 1 bis 2 Tropfen und im Ganzen vielleicht 2 bis 3 ccm. Obige Vorschrift enthält viel weniger Säure als man sonst hierfür angegeben findet, aber wir haben gefunden, daß, wenn die Säure sich im Überschuß befindet, bloß eine viel längere Belichtung nötig ist und die Bilder leicht hart werden. Es ist nur soviel Säure notwendig, um einen Niederschlag des Silbers zu vermeiden. Der Entwicklungsprozeß selbst soll in einem folgenden Abschnitte eingehend besprochen werden.

Das T o n b a d muß mindestens einen Tag vor der Anwendung angesetzt werden. Das folgende ist empfehlenswert:

Wasser	600 ccm
Fixiernatron	120 g

Nach erfolgter Lösung zusetzen:

Chlorgold 0,5 g, gelöst in Wasser 60 ccm.

Man kann statt dessen auch fast jedes andere Tonbad benutzen, aber das obige alte Sel d'or-Bad leistet ganz gute Dienste. Viele Operateure ziehen vor, diesem Bade noch etwas vom Lichte geschwärztes Chlorsilber zuzusetzen; wir können zwar nicht finden, daß dieser Zusatz Vorteile bietet, wer ihn aber versuchen will, möge obigem Bade etwa 8 g Chlorsilber zusetzen, das man herstellt, indem man zu 9 g Silbernitrat in Lösung 3 ccm Salzsäure gibt und den sich bildenden Niederschlag dem Lichte aussetzt, bis er schwarz wird. Dieses Sel-d'or-Tonbad tont und fixiert natürlich die Abdrücke zu gleicher Zeit.

Nach der Belichtung wird die Platte zuerst in destilliertes

Wasser von ungefähr 49° C. gelegt, während man den Pyrogallentwickler auf annähernd derselben Temperatur hält. Nachdem die Platte gut durchweicht und erwärmt ist, legt man sie in eine Schale, die ungefähr 30 ccm der heißen Pyrolösung, gemischt mit 4 Tropfen der sauren Silberlösung b, enthält. Wenn die Belichtung ziemlich genau getroffen war, wird sich nach etwa einer Minute ein schwaches Bild auf der Platte zeigen. Man läßt die Platte dann noch 1 bis 2 Minuten in der Lösung, oder man nimmt sie aus der Schale heraus und bringt sie auf einen pneumatischen Plattenhalter; etwa sich zeigender, vom Silber herrührender Schaum wird durch sanftes Reiben mit dem Wattebausch entfernt. Man setzt sodann noch ungefähr 10 Tropfen von Lösung b der Pyrolösung zu, gießt letztere mehrmals über die Platte und läßt sie jedesmal wieder in die Schale zurückfließen. Das Bild wird um so detailreicher, je mehr Silber zugesetzt wird und um so dichter, je wärmer die Lösung gehalten wird. Im allgemeinen kann man sagen, daß Detail und Dichtigkeit genügend ausfällt, wenn die 30 ccm Entwicklerlösung ungefähr 2 ccm Silberlösung enthalten.

Entwickelt man zu lange, so erhält man zu dichte Diapositive, deren hohe Lichter sogar bisweilen Schleier zeigen; man beurteilt den Stand der Dinge am sichersten nach der Dichtigkeit in den Schatten. Dies ist verhältnismäßig leicht, da man beim Entwickeln dieser Platten viel reichlicheres Licht einlassen kann, als bei der Arbeit mit Gelatineplatten. Eine einzelne gelbe Fensterscheibe ist hierbei sicher genug.

Auf der Platte sich zeigender Schaum muß stets wie oben angegeben entfernt und nach beendeter Entwicklung die Platte noch einmal besonders abgerieben und gut gewaschen werden, denn jede Spur Pyrogall, die ins Tonbad übergeführt wird, richtet darin Schaden an. Nach dem Waschen wird die Platte getont; dies kann bei gedämpftem Tageslicht vorgenommen werden, da sie in der Tonlösung schnell fixiert. Das Tonen sollte nicht vor Verlauf von 15 bis 30 Minuten beendet sein; wenn das Tonbad sehr trübe ist oder sauer riecht, bezw. sauer ist, sollte es nicht verwendet werden. Man darf dasselbe Ton-

bad überhaupt nicht zu oft benutzen, da sich im Sel d'or-Bad das Gold bekantlich leicht erschöpft und der Ton dann lediglich infolge von Schwefelbildung erzeugt wird. Nach beendetem Tonen wird die Platte gut gewaschen und getrocknet; ein Firnissen ist nicht nötig.

Je nach der Art der Entwicklung läßt sich der Charakter des Bildes wesentlich modifizieren. Hat man ein dünnes Negativ, oder will man nach einem Durchschnittsnegativ ungewöhnlich kräftige Kopien erzeugen, so belichte man kurz und entwickle nur mit soviel Silber als nötig ist, steigere jedoch die Temperatur der Lösung um einige Grade über die normale. Hat man hingegen ein sehr hartes Negativ, oder will man nach einem Durchschnittsnegativ ausgeprägt weiche Diapositive anfertigen, so belichte man genügend und setze dem Entwickler reichlich viel Silberlösung zu, erwärme jedoch die Lösung nur ganz wenig. Oft ist es von Vorteil, die Details durch reichliche Anwendung von Silberlösung allmählich herauszuholen und dann durch Zusatz von frischer und heißer Pyrolösung die Dichtigkeit zu vervollständigen.

Zu kräftig ausgefallene Albumindiapositive lassen sich nach dem Tonen und Fixieren noch beliebig stark abschwächen mit Hilfe von rotem Blutlaugensalz und Fixiernatron, nach der Vorschrift von Farmer. Man kann eine sehr verdünnte Lösung anwenden; der Ton des Bildes wird dadurch nicht verändert. Mit Hilfe eines Pinsels läßt sich damit auch lokale Abschwächung sehr leicht ausführen. Zu dünne Albumindiapositive kann man nach dem Tonen und Fixieren mit Hilfe der gewöhnlichen Entwicklerlösung, die man in diesem Fall jedoch kalt anwendet, bis zu jedem Grade verstärken. Man nehme hierzu 15 ccm Pyrolösung, setze ihr 3 bis 4 Tropfen Silberlösung zu und gieße die Mischung mehrmals über die Platte. Mit derselben Mischung kann man einer übertonten Platte einen warmen Ton verleihen; man muß sich aber natürlich hüten, sie zu dicht zu machen, obwohl, falls dies geschehen ist, das Bild abgeschwächt werden kann, ohne daß der Ton desselben leidet.

Das Einfassen der Glasbilder.

Zum Schutze gegen Beschädigungen versieht man die Glasbilder mit einer Deckplatte; dazwischen legt man eine Papiermaske, wie man sie mit verschiedenerlei Ausschnitten im Handel bekommt. Bevor man das Glasbild verklebt, überzeuge man sich, ob die Schicht völlig trocken ist; wenn die Schicht noch Feuchtigkeit enthält, ist zu befürchten, daß sie bei der Projektion infolge der Erhitzung zum Schmelzen gebracht wird.

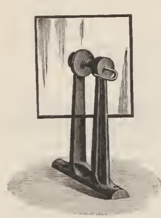


Fig. 84. Drehklammer.

Zum Verkleben von Glasbild und Deckscheibe benutzt man gummiertes schwarzes Papier; beliebt sind auch die neuerdings eingeführten Kautschuk - Leinwandstreifen. Die Arbeit des Einfassens wird namentlich Ungeübten erleichtert durch Verwendung einer Drehklammer (vergleiche Fig. 84), worin beide Platten eingeklemmt werden.

Das Malen von Glasbildern mit Wasserfarben.

Früher sind zum Malen auf Glas ausschließlich Ölfarben verwendet worden, und erst in neuerer Zeit ist es gelungen, Wasserfarben herzustellen, die diesem Zwecke durchaus entsprechen. Das Malen in Wasserfarben besitzt mancherlei Vorzüge vor der älteren Verfahrungsart, denn man braucht nicht so lange auf das Trocknen zu warten und das Glas nicht zu erwärmen, aus diesen Gründen kann sich auch nicht so leicht Staub an das Bild ansetzen, als wenn man es — wie dies beim Ölmalen kaum zu umgehen — stundenlang in die Nähe des Ofens stellen muß. Die Ölfarben trocknen im Winter oder bei kaltem Wetter sehr schlecht. Dazu kommt noch, daß ein Bild, welches häufig mit Farbe übergangen werden muß, mit Wasserfarben klar bleibt, während Ölfarben bei wiederholtem Auftragen trüb und schwer werden, was bei der Vergrößerung sehr störend ist.

Gewöhnlich wird gutes Glas in Anwendung gebracht, das in den üblichen Größen von 8½ × 8½, 8½ × 10 und 9 × 12 cm im Handel erhältlich ist; ebenso bekommt man fertig schwarze Papiermasken, um den Bildern eine beliebige runde, ovale oder viereckige Form zu geben.

Palette. — Eine Porzellan-Palette ist zu empfehlen; wenn diese nicht vorhanden, genügt ein Stück Spiegelglas von etwa 20 Zentimeter Länge und 12 bis 15 Zentimeter Breite, unter das man ein Stück weißes Papier geklebt hat.

Ein Palettenmesser braucht man, um die Farben auf die Palette aufzutragen und dort zu mischen. Es muß dünn

und biegsam sein, und einen dünnen Rand besitzen, damit man zu jeder Zeit die Farbe rasch und vollständig von der Palette entfernen kann.

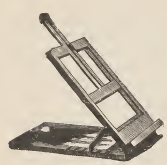


Fig. 85. Stafflei.

Das Radiermesser ist sehr brauchbar, um die hohen Lichter aus dem Bild zu schaben, auch um nicht reingehaltene Umrisse zu korrigieren.

Pinsel. Man braucht elastische Haarpinsel in Metallfasfasssungen, runde oder flache; die besten Größen sind Nummern 1 bis 6.

Da die Ausführung des Bildes in hohem Grade von der Beschaffenheit dieser Pinsel abhängt, so muß man dies sorgfältig aussuchen.

Zum Anlegen der Umrisse kann man statt eines Pinsels eine vergoldete Stahlfeder nehmen. Zum Abtönen größerer Flächen braucht man einen Vertreiber.

Die Staffelei ist ein zerlegbarer hölzerner Rahmen, der sich mittelst einer Stütze in den Kerbschnitten der unten angebrachten Leiste aufrichten läßt. Das Querholz läßt sich auf- und abwärts schieben; man legt die Glastafel darein und klemmt sie mit dem Querholz fest. Die Staffelei wird gegen das Licht gestellt, man legt ein Blatt weißes Papier dahinter auf den Tisch, und kann so die zartesten Nüancen und feinsten Pinselstriche deutlich sehen.

Damit die Hand beim Malen nicht mit dem Bilde in Berührung kommt, legt man ein dünnes Brett von 15 Zentimeter Länge und 10 Zentimeter Breite unter; die Hand erhält hierdurch zugleich Festigkeit.

Die Umrisse des Bildes.

Die Glastafel wird vorsichtig gereinigt, mit Spiritus und einem leinenen Bausch abpoliert, und darf dann an der zu be-

malenden Fläche nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Sehr zu empfehlen ist es, die Tafel mit einer schwachen Lösung von Ochsengalle zu übergehen und dann mit einem leinenen Lappen trocken zu reiben.

Die Umrisse des zu malenden Bildes werden auf Papier gezeichnet, und das Glas wird darauf gelegt. Man bringt etwas Dunkelbraun auf die Palette, verdünnt die Farbe mit soviel Wasser, daß sie leicht aus dem Pinsel fließt, und zieht mit einem feinen Pinsel die Umrisse auf dem Glase nach.

Nach dem Trocknen übergießt man das Glas mit einer dünnen Lage von Firnis, damit sich die Umrisse beim Malen nicht verwischen.

Auch kann man die Umrisse auf die Rückseite des Glases zeichnen, und von der andern Seite malen; man muß dann aber sehr gut darauf achten, daß keine Stelle ohne Farbe bleibt, was bei der Vergrößerung sich unangenehm bemerkbar machen würde.

Beim Auftragen der Umrisse mit dem Pinsel ist es nicht ganz leicht, den Moment zu finden, in dem die Pinselspitze das Glas berührt, deshalb werden die Striche gerne breiter als sie sein sollen. Leichter ist die Arbeit, wenn man gut zugespitzte Kreide nimmt, doch muß man vorher das Glas mit einem reinen leinenen Lappen und etwas Weingeist oder Terpentinöl einreiben und abtrocknen. Die mit Kreide gezeichneten Umrisse bleiben auch beim Malen stehen und brauchen nicht erst fixiert zu werden. Um einen falsch angelegten Umriß fortzunehmen, braucht man ein Stück Leinen oder einen steifen Pinsel, mit Terpentinöl befeuchtet. Beim Bemalen von Glasphotogrammen fällt selbstverständlich die Anlage der Umrisse fort.

Nachdem man den Umriß fertig hat, trägt man die erste Farbenlage auf: hierbei beginnt man mit der Luft und geht allmählich in den Vordergrund hinunter. Der Anfänger wird gut tun, seine ersten Versuche nach guten Vorlagen, vielleicht Chromographien, zu machen, und diese so treu wie möglich zu kopieren. Er wird daraus mehr Nutzen ziehen als aus irgend einer noch so langen Beschreibung.

Folgende Namen bezeichnen diejenigen Farben, welche zum Malen auf Glas verwendet werden, in der Reihenfolge, wie man sie auf die Palette bringen kann:

Gelb (Yellow),
Scharlach (Scarlet),
Karmin (Crimson),
Gebrannte Terre-Sienne (burnt Sienna),
Warmbraun (Warm Brown),
Tiefbraun (Intense Brown),
Hellgrün (Light Green),
Dunkelgrün (Dark Green),
Schwarz (Opaque Black),
Preußisch Blau (Prussian Blue).

Außerdem braucht man noch Terpentinöl, Kreide für Umrisse und Firnis zum Fixieren der Farben nach jedem Auftragen.

Gebrauchs-Anweisung der Farben ist den im Handel erhältlichen Farbkasten beigegeben.

Die erste Farblage.

Die Farben müssen zunächst recht klar und gleichmäßig aufgetragen werden. Wasserfarben trocknen auf Glas ebenso rasch wie auf Papier, es erfordert deshalb ein wenig Übung, die Farben klar und egal zu halten. Es ist besser, sie etwas zu hell als zu dunkel zu nehmen, denn das Glas absorbiert die Farbe nicht; dadurch kommt es vor, daß, ehe man die Farbe gleichmäßig aufgetragen hat, die zuerst aufgetragene Farbe trocken geworden ist, und sich unter dem nassen Pinsel wieder auflöst. Um solchem Übelstand vorzubeugen, haucht man auf das Bild, um die Farbe feucht zu machen und geht mit einem reinen flachen Haarpinsel darüber und egalisiert die Farbe damit. Auch sogenannte „Vertreiber“ lassen sich zu diesem Zweck mit Vorteil verwenden. Man muß diese Vertreiber in verschiedenen Größen zur Hand haben, und für jede Farbe besondere. Man vertreibe die Farbe indessen nicht zu sehr, denn

sonst verliert sie ihre Klarheit und Brillanz, die bei Glasbildern so überaus wichtig ist.

Das erste Farbegeben erfordert die größte Sorgfalt und ist schwieriger als das Nachmalen, weil man nämlich auf einer glatten Glasfläche arbeitet.

Nachdem man mit der ersten Farblage fertig und diese ganz trocken geworden ist, überziehe man das Bild mittels eines flachen Schweinshaarpinsels mit einer möglichst dünnen Lage von Firnis. Die Platte muß aber vorher etwas erwärmt werden, damit der Firnis klar trocknet.

Eine Viertelstunde nachher kann man weiter arbeiten.

Die zweite Farblage.

Hat man die erste Farblage recht gleichmäßig aufgetragen, so ist das Nachmalen zum Kräftigen und Schattieren der Töne ein leichtes, denn man hat nunmehr einen Untergrund gewonnen.

Zunächst legt man die Wolken an; für einen Sonnenuntergang fängt man am Horizont mit Gelb und etwas Scharlach an, das man nach oben vertreibt, bis es sich allmählich ins Blaue verliert. Dann kräftigt man die entfernten Berge, hütet sich aber, ihnen zuviel Farbe zu geben.

Wenn die Farben trocken werden, ehe man fertig ist, haucht man auf das Bild und verfährt wie oben.

Hat man sämtliche Formen angelegt, so geht man dazu über, die mittleren Entfernungen in derselben Weise anzulegen; je mehr man sich dem Vordergrund nähert, um so kräftiger und wärmer macht man die Farbentöne. Im Vordergrund selbst muß die größte Klarheit und Kraft herrschen. Man gehe nicht öfter als einmal mit Farbe über das Bild und verspare die Stellen, welche noch kräftiger werden müssen, für die dritte Farblage.

Man firnißt das Bild, nachdem es ganz trocken geworden, zum zweiten Male in derselben Weise wie vorhin.

Die dritte Farblage.

Nach dem Trocknen der zweiten Firnis-Schicht beginnt man, jeden Gegenstand bestimmter zu machen; man fängt im Hintergrunde an und schreitet allmählich zum Vordergrunde vor. Nun werden auch die höchsten Lichter mit dem Radiermesser oder der Nadel herausgenommen; erscheinen sie zu klar, so legt man wieder etwas Farbe auf. Man kann noch weiter retouchieren, muß aber vor jedem Auftragen der Farbe wieder firnissen, denn wenn man dies unterläßt, werden die unteren Farblagen durch den nassen Pinsel wieder aufgelöst.

Man versuche die Bilder, ehe man sie für fertig erklärt, im Projektionsapparat und korrigiere alle Fehler durch Auftragen oder Wegnehmen von Farbe.

Das fertige Bild wird vor Beschädigungen dadurch geschützt, daß man eine reine Glasplatte von der Größe des Bildes darauf legt und die Ränder mit Papier verklebt. Auf diese Weise kann kein Staub hineinkommen. Meistens werden die Bilder noch in einen Holzrahmen gefaßt, der in den Projektions-Apparat paßt.

Das Malen mit Diaphanfarben.

Die Diaphanfarben sind Ölfarben, die speziell für die Glasmalerei hergestellt sind. Man kann nämlich nur körperfreie Farben hierbei verwenden; undurchsichtige Farben, wie z. B. Zinnober, zeigen sich in der Laterne ganz schwarz.

Man braucht hauptsächlich folgende Farben: Schwarz, gebrannte Umbra, gebrannte Terre-Sienne, ungebrannte Terre-Sienne, Lackfarben aller Schattierungen, Chinesischblau, Gummigutt, italienisch Pink; außerdem sind erforderlich: helles Trockenöl, Glätte, Mastixfirnis, Kopalfirnis und Terpentinöl.

Man bringt die Farben in folgender Reihenfolge aus den Tuben auf die Palette: Pink oder Gummigutt, Krapplack, Karminlack, gebrannte Terre-Sienne, gebrannte Umbra, Schwarz, Blau. In ein Töpfchen gibt man etwas Trockenöl und etwa ein halb mal soviel Mastixfirnis, was man gut mischt, um die Farben damit anzumengen. Wenn diese rascher trocknen sollen, setzt man ihnen etwas Glätte oder Kopalfirnis zu. Terpentinöl wird sowohl zum Verdünnen der Farben wie zum Waschen der Pinsel gebraucht. Die Pinsel sind peinlich sauber zu halten und nach jedesmaligem Gebrauch mit Terpentin und Seife zu reinigen.

Man braucht ein ebensolches Gestell oder Pult, wie schon früher abgebildet. Die Umrisse trägt man in derselben Weise auf, wie vorhin beschrieben wurde.

Danach wird zuerst die Luft angelegt. Man nimmt aus einer Tube etwas Blau (ohne Firnis oder Öl zuzusetzen) und legt die Farbe mit einem Schweinshaarpinsel auf, den man auch als Vertreiber brauchen kann; die Farbe wird oben am kräftigsten aufgetragen und nach dem Horizont zu schwächer.

Mit dem Finger eines Glacéhandschuhs lassen sich größere Flächen (Lüfte) nach einiger Übung sehr rasch und gleichmäßig anlegen.

Die entferntesten Hügel und andere blaufarbige Teile werden jetzt eingelegt. Darauf wird die Farbe egalisiert; wer sich darauf einübt, kommt am besten mit dem Finger zurecht, doch kann auch ein Bausch Baumwolle mit weißem Kidlederüberzug benutzt werden.

Die weißen Wolken werden besser jetzt mit einem Lederwischer fortgenommen, bevor die Farbe trocken geworden.

Hiernach werden die entferntesten Teile der Landschaft und des Bildes überhaupt angelegt, recht klar und hell, denn man muß immer bedenken, daß es leichter ist, helle Farben dunkler zu machen, als dunkle heller.

Im Vordergrund und für die Figuren werden kräftigere Farben gebraucht. Man muß hierbei die erforderlichen Nüancen durch Mischung mehrerer Farben herstellen. Jede Art von Grün läßt sich erzeugen durch Mischung von Italian pink, Gummigutt, ungebrannter oder gebranter Terre-Sienne mit Blau, die beiden ersteren für helleres Grün, die beiden letzteren für tieferes.

Da man Zinnober nicht verwenden darf, muß man sich ähnliche Farbtöne herstellen durch Mischung von Italian pink mit Krapplack, etwas mehr vom letzten als vom ersten. Da aber Krapp eine zarte Farbe ist und nicht viel Körper besitzt, muß man die Farbe zwei bis dreimal aufsetzen, ehe sie tief genug ist. Zum Schluß nimmt man Krapp allein und zum Kräftigen der Schatten etwas gebrannte Terre-Sienne, welche die Tiefe und Kraft der Farbe vermehrt. Die Krappfarben, Lacke und Italian pink sind mit etwas Mastixfirnis zu vermischen, denn sie trocknen nicht so rasch wie die anderen Farben. Übrigens kann man jetzt ein prachtvolles Scharlach in den Diaphanfarben fertig kaufen.

Nach jeder Farblage muß das Bild trocknen, ehe man weiter arbeiten kann.

Hier ist noch zu bemerken, daß man zum Auswischen der

Pinsel nur Leinen, nie Baumwolle nehmen darf; denn die letztere fasert ungemein ab und die Fasern verderben das Bild ebenso wie Staub.

Bei mäßiger Wärme trocknet die Farblage in zwei bis drei Stunden. Eher darf man nicht wieder anfangen zu malen; man würde nur die erste Malerei verderben.

Man legt nunmehr die Wolken mit einem Marderpinsel auf. Stellt das Bild einen Sonnenuntergang vor, so braucht die Luft warme glühende Farben, die mit Gelb und Rot zu kräftigen sind. Die entfernten Berge werden mit grauen Farbentönen, der Mischungen aus Lack und Blau, je nach der Tiefe Schatten eingesetzt, wobei man sorgfältig die Formen der Hügel, Bäume usw. markiert. Dann verstärkt man den Mittelgrund, begrenzt die Ferne der darin erscheinenden Formen und Gegenstände, indem man das Grau mit wärmeren Tönen mischt, bis man in den Vordergrund gelangt, wo die kräftigsten Farben in Anwendung kommen, damit sich die Gegenstände klar gegen den Hintergrund abheben. Die brillantesten Farben braucht man für die Kleidung. Eine dünne Lage gebrannter Terre-Sienne gibt eine gute Fleischfarbe ab, die nach dem Trocknen mit einer Mischung von Krapplack und Italian pink aufgearbeitet wird. Daß man auch hier die Farben recht klar halten muß, versteht sich von selbst.

Nachdem die zweite Farblage vollständig aufgetragen ist, trocknet man sie vorsichtig wie vorhin und entfernt dann den Staub mit Hilfe einer Hühnerflügelfeder und des Radiermessers. Sollten einige Farben in der Durchsicht trüb und matt erscheinen, so überzieht man sie mit einer möglichst dünnen Lage von Mastixfirnis mit einem flachen Schweinshaarpinsel. Die Farben werden hierdurch wieder transparent. Der Firniß wird in einigen Minuten trocken sein. Man kommt dann zur dritten und letzten Farbenauftragung. Diese bezweckt, die verschiedenen Teile des Bildes auszuführen, die Schatten zu kräftigen, die höchsten Lichter mit dem Radiermesser herauszunehmen; wenn die so von Farbe entblößten Stellen zu hell oder zu scharf erscheinen, legt man wieder etwas dünne Farbe auf.

Die feinsten Linien-Begrenzungen der Gebäude, scharfe Lichter auf den Figuren, im Wasser, entfernt man am schönsten mit Hilfe der Radiernadel.

Zum Schluß wird, sobald die Farben trocken sind, noch eine dünne Lage Mastixfirnis aufgetragen. Man versucht das fertige Bild in der Laterne und fügt, wo es nötig ist, noch Farbe hinzu oder nimmt Lichter fort.

Das Fassen und Zukleben der Bilder geschieht in derselben Weise, wie vorher für die mit Wasserfarben gemalten angegeben. Mondlichteffekte, Sonnenuntergang und ähnliche Vorwürfe mit starkem Gegensatz von Licht und Schatten wirken sehr schön, wenn man sie mit Ölfarben auf mattem Glas malt. Man nimmt ein Stück mattes Glas und malt, nachdem die Umrisse aufgezeichnet, auf der matten Seite. Dies ist viel leichter als auf glattem Glas zu malen.

Nachdem man die drei Lagen Farbe aufgetragen, trocknet man sie am Ofen und setzt die höchsten Lichter nur mit Mastixfirnis ein, hierdurch werden diese Partien transparent.

Die Farben wirken sehr reich und saftig.

Das Kolorieren mit Anilinfarben.

Zum Kolorieren von Diaposition werden außer den transparenten Ölfarbcn auch vielfach wasserlösliche Anilinfarben benutzt. Diese Farben lassen sich aber ohne weiteres nur anwenden bei solchen Laternbildern, die eine Gelatineemulsion besitzen. Nach dem nassen Verfahren hergestellte und auch sonstige lackierte Diapositivc müssen zuerst mit einer dünnen Gelatineschicht überzogen werden. Man hat hierbei jedoch vielfach schlechte Erfahrungen gemacht, indem die Schicht sich nachträglich ablöste, sodaß diese Methode im allgemeinen nicht empfohlen werden kann.

Um die Anilinfarbe gleichmäßig und fleckenlos auftragen zu können, ist es erforderlich, die Gelatineschicht zunächst

aufzuweichen. Man trägt mit dem Pinsel Wasser auf und läßt dasselbe derart einziehen, daß es beim Strich des Pinsels nicht in Tropfen oder scharfbegrenzt abfließt, sondern sich verteilt. Wichtig ist es, daß die Farben nicht zu dick genommen werden, sonst entstehen leicht Flecken. M. Petzold empfiehlt für den Himmel Methylenblau und gibt folgende Anweisungen: .

Wie bei diesem, so auch bei allen anderen Farben gilt als vornehmste Regel, diese in ganz verdünnten Lösungen zu verwenden. Lieber zehnmal mit dünner, als einmal mit stärkerer Lösung aufgehen. Ist der Himmel zu malen, so lege man das Diapositiv verkehrt auf das Retouchiergestell, weiche die entsprechende Fläche, wie oben gesagt, ein und beginne am Horizont mit Wasser, das nur schwach bläulich gefärbt ist, mit größerem Pinsel die ganze Fläche in schnellen Strichen übergehend. Nach einigen Wiederholungen füge man dem Wasser etwas mehr Blau zu und fange ca. 1 cm unter dem Horizont an und so fort. Auf diese Weise erzielt man ein Kolorit des Himmels, welches bei aufrecht stehendem Bilde nach oben zart ins Dunklere verläuft. Um Abend- oder sonstige Stimmungen zu erreichen, koloriert man vom Horizonte aus mit Gelb, Rot oder Orange, je nach Bedürfnis, sorgt aber ebenso, wie oben bei Blau beschrieben, für zartes Verlaufen der Farben. Es liegt auf der Hand, daß hierbei die Phantasie einen breiten Spielraum gestattet, der jedoch durch gutenFarbensinn begrenzt wird; und in letzterem liegt vielleicht die größteSchwierigkeit desKolorierens, wenn überhaupt von solchen die Rede sein kann. Daß in Farbentönen viel gesündigt werden kann und wird, ist klar; man sollte deshalb immer so dünn als möglich auftragen. Ragen in den mit Methylenblau kolorierten Himmel Zweige oder sonstige Gegenstände mit feinen Konturen, die man unmöglich aussparen kann, so geht man ruhig mit Blau darüber hinweg, als ob sie nicht vorhanden wären und trage nach dem Trocknen mit ganz feinem Pinsel eine sehr schwache Lösung von Naphtolgelb auf, welche das Blau sofort entfernt und weiße Stellen erzeugt.

Falsch wird in den meisten Fällen das Wiesen- und Blattgrün beurteilt. Hierzu verwendet Petzold, wie er weiter aus-

führt, Säuregrün stark mit Naphtolgelb gemischt, oder eher umgedreht. Man stoße sich nicht daran, wenn die Farbenmischung beim Auftragen zu gelb aussieht. Nach dem Trocknen und beim Projizieren erscheint sie jedenfalls richtig nüanciert. Ebenso erfordert Farbensinn der Fleischton, der durchgängig zu rot gehalten wird. Zu diesem Zwecke verwende ich Uranin mit Rhodamin und Naphtolgelb gemischt. Änderungen von Nüancen erhält man leicht, wenn man eine nach der anderen aufträgt. Ist zum Beispiel die Fleischfarbe zu rot ausgefallen, so gehe man einfach mit etwas Gelb nachträglich drüber.

Der Ton, welcher Baumstämmen eigen, wird sehr gut getroffen, wenn Bismarckbraun mit Gelb und etwas Grün gemischt wird. Überhaupt spielen Naphtolgelb und Säuregrün eine große Rolle beim Ausmalen von Diapositiven. Als Farbe in der Nüance des Zinnobers ist Ponceau sehr gut am Platze. Eventuelle Mischungen richten sich nach dem jeweiligen Bedürfnis, wobei jedoch berücksichtigt werden muß, daß sich nicht alle Farblösungen ihrer chemischen Konstitution zufolge gegenseitig vertragen. Zu Luftstimmungen eignet sich mit Vorteil außer Rot und Gelb Methylviolett, welches sehr intensiv färbt. Für Gewässer hat Malachitgrün in dünneren und stärkeren Lösungen ohne weiteres den richtigen Ton. Das Kolorieren kleinerer Flächen ist ungemein leicht und bedarf nur geringer Übung, um bald tadellose Resultate zu erhalten.

Erwähnt sei noch, daß richtige Wirkung der Farbe nur erreicht wird, wenn der Ton des Diapositivs ein rein schwarzer ist. Deshalb verwende man nur Chlor-Bromsilber-Gelatine-Platten und entwickle mit einem der bekannten Rapid-Entwickler, am besten Amidol ohne Alkalizusatz.

Zu beachten ist auch, daß die Farben in die Gelatine eindringen und daß sie, einmal aufgesetzt, kaum wieder zu entfernen sind. Man muß daher in der Handhabung des Pinsels recht vorsichtig sein. — Man kann übrigens geeignete Farben in zweckmäßiger Zusammenstellung im Handel bekommen.

Farbige Glasscheiben.

Zu manchen Zwecken finden blau, rot oder anders gefärbte Glasscheiben Anwendung. Farbiges Glas ist meistens viel zu undurchsichtig und auch nicht immer in dem geeignetsten Farbenton zu haben. Solche farbige Scheiben lassen sich auf sehr leichte Weise ganz nach Belieben kräftig oder zart und in jeder Nüance gefärbt herstellen durch Übergießen von Glastafeln mit dem gewöhnlichen Negativlack der Photographen, den man vorher mit Anilinfarbe versetzt hat. Die Farbe löst man vorher in wenig Alkohol auf, filtriert die Lösung durch Papier und setzt hiervon dem Negativlack soviel zu, bis eine auf Glas gegossene Probe die gewünschte Intensität zeigt. Dann erwärmt man eine gut geputzte Glastafel am Ofen, entfernt den Staub mit einem weichen Pinsel und gießt den farbigen Firnis gleichmäßig darüber, läßt den Oberschuß zurücklaufen und abtropfen und erwärmt alsdann die Platte nochmals am Ofen, um die Schicht klar zu halten, sie würde sonst matt trocknen.

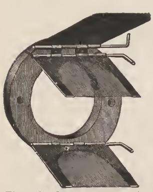


Fig. 86. Objektivdeckel für farbige Scheiben.

Die Anwendung dieser farbigen Scheiben bei Landschaftsphotogrammen ist meistens sehr hübsch. Hierfür ist ein besonderer Objektivdeckel zwar nicht erforderlich, aber doch von Vorteil. Er hat drei Klappen, die mit Hilfe der durch die Scharniere gehenden Stifte nach Belieben gestellt werden können. Die oberste Klappe ist aus Blech, also undurchsichtig, und wird zum Verschwindenlassen des Bildes benutzt. Die mittlere Klappe hat ein bläuliches, die untere ein gelbes Glas in der Mitte. Mit der ersteren färbt man den Himmel blau, mit der andern den Vordergrund gelb (oder grün usw. je nach Bedürfnis)

Es kommen auch farbige Gelatinefolien in den Handel, die sich leicht zurechtschneiden lassen, und die das gefärbte Glas in vorteilhafter Weise ersetzen.

Die Projektion der natürlichen Farben.

Es gibt verschiedene Methoden, um die Farben der Natur allein durch die Photographie nachzubilden, also ohne nachträgliche Bemalung.

Die erste ist von Ives in Philadelphia und von Vidal in Paris praktisch ausgearbeitet worden: die „zusammengesetzte Heliochromie".

Zunächst werden von demselben Gegenstande drei Aufnahmen von dem gleichen Standpunkte aus und in der gleichen Größe gefertigt, die erste auf einer gewöhnlichen Gelatineplatte, die zweite auf einer für Gelb und Grün, aber nicht für Rot empfindlichen Platte und die dritte mit einer solchen, die für Rot mehr empfindlich ist als für Gelb. Platten der zweiten und dritten Art kann man sich gegenwärtig mit Hilfe des orthochromatischen Verfahrens leicht präparieren; um die Wirkung der noch immer zu stark zur Geltung kommenden blauen Strahlen abzuschwächen, muß bei Anfertigung des zweiten Negativs ein gelbes, bei Erzeugung des dritten Negativs ein gelborangefarbiges Lichtfilter zwischen Objektiv und Platte eingeschaltet werden. Nach den drei Negativen werden auf Chlorsilbergelatineplatten oder dergleichen drei Diapositive kopiert.

Will man nun diese drei monochromatischen Glasphotogramme so projizieren, daß das Gesamtbild die natürlichen Farben des Gegenstandes zeigt, so kann dies nur mit Hilfe von Strahlen geschehen, deren Farbe den drei Grundfarben (nach Young-Helmholtz) Blauviolett, Grün und Rot entspricht. Diese drei Farben geben, wenn man sie einzeln auf dieselbe Fläche eines Schirmes projiziert, reines Weiß. Man bedient sich dazu einer sogenannten dreifachen Projektionslaterne,

deren Äußeres in Fig. 87 und deren Einrichtung schematisch in Fig. 88 dargestellt ist. F, F, F sind die drei Lichtquellen (Kalklicht, elektrisches Licht oder Petroleumlicht), welche die Laternen 1, 2, 3 erleuchten. Die drei Diapositive sind bei D, D, D eingeschaltet und hinter jedem derselben befindet sich ein farbiges, transparentes Medium, dessen Farbe jedesmal der Farbcnempfindung entspricht, welche das betreffende Diapositiv erzeugen soll. Hinter D Nr. 1 hat man demnach ein blauviolettes Glas eingeschaltet, hinter D Nr. 2 ein grünes Glas und

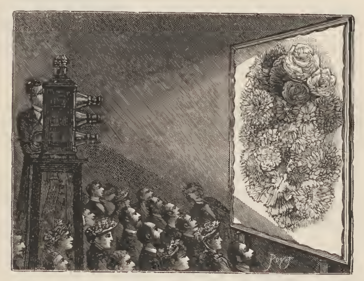


Fig. 87. Farbige Projektion mit Hilfe einer dreifachen Laterne.

hinter D Nr. 3 ein gelborange Glas. Mit Hilfe der Objektive O, O‘, O“ werden die drei monochromatischen Glaspositive auf den Schirm I, I‘, I“ so projiziert, daß sich die drei Einzelbilder genau decken.

Jedes dieser drei Einzelbilder enthält also, wie es die schematische Zeichnung zeigt, sämtliche Teile des projizierten Gesamtbildes und durch Vermischung der drei, in den Farben Violett, Grün und Rot strahlenden Einzelbilder unter sich, erhält man alle Farbentöne, deren Erzeugung mit Hilfe der sieben

Spektralfarben möglich ist. Man kann sich hiervon überzeugen, wenn man dem wahrhaft wundervollen Schauspiel der unmittelbaren Wiedergabe der unzähligen Farbentöne, die das Original aufweist, beiwohnt. Diese Synthese bildet wohl eines der eigentümlichsten optischen Experimente, die vorgeführt werden können, um die Verwandtschaft zu erklären, die zwischen den Grundfarben und den durch gegenseitige Mischung derselben erreichbaren endlosen Farben und Farbentönen besteht.

Da nun die projizierten Farben Violett, Grün und Gelborange bei ihrer Vermischung Weiß geben, so ist es klar, daß in dem zusammengesetzten farbigen Bilde auf dem Schirm

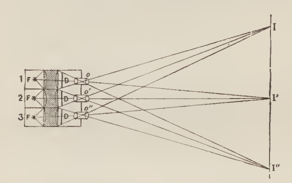


Fig. 88. Schematische Darstellung der Einrichtung der Laterne.

überall da Weiß entstehen muß, wo die Teile dieses Bildes denjenigen Stellen der Negative entsprechen, die in gleicher Weise durch diese drei Arten von Lichtstrahlen beeinflußt worden sind. An denjenigen Stellen hingegen, an denen die Glaspositive übereinstimmend undurchsichtige Flächen aufweisen, wird auf dem Schirm Schwarz entstehen, und für alle dazwischen liegenden Farbentöne wird man, je nach den entsprechenden Undurchsichtigkeiten der Diapositive, Mischungen von variablen Verhältnissen erhalten, und folglich Farben oder Farbentöne, die nach Maßgabe dieser Verhältnisse variieren.

Wenn die grünen und roten Strahlen in zwei symmetrisch übereinstimmenden Punkten gänzlich zurückgehalten werden,

wird sich auf dem Schirm, da nur die blauen Strahlen durch das für diese Farbe bestimmte Diapositiv hindurch gehen, Blau allein zeigen. Wenn hingegen nur die grünen Strahlen zurückgehalten werden, während an zwei symmetrischen Punkten die blauen und roten Strahlen die entsprechenden Glasbilder passieren, wird man das Bild auf dem Schirm an den entsprechenden Stellen mehr oder weniger rot wahrnehmen, oder mehr oder weniger blau, je nachdem die Durchsichtigkeit an den korrespondierenden Stellen in dem für Rot bestimmten

Fig. 89. Monochrom, das als Diapositiv dazu bestimmt ist, das Rot zu liefern

Diapositiv oder in dem für Blau bestimmten eine größere ist, und so fort.

Es wird so manchem schwierig erscheinen, das gewünschte Resultat zu erreichen, in Anbetracht des Umstandes, daß man es bei Ausführung des Versuches mit zwölf veränderlichen Faktoren zu tun hat, die zu völliger Übereinstimmung gebracht werden müssen, wenn das auf dem Schirm erzeugte Kompositbild eine genaue Reproduktion des gegebenen vielfarbigen Urbildes sein soll.

Diese veränderlichen Faktoren sind: die drei Negative, die drei Diapositive, die drei farbigen Strahlenfilter und die drei

Lichtquellen. Wenn nur einer dieser zwölf Faktoren modifiziert wird, so kann dies schon die Genauigkeit des projizierten polychromen Bildes beeinträchtigen. Doch braucht man vor diesen Schwierigkeiten nicht zurückzuschrecken, denn sie lassen sich leicht umgehen.

Die Herstellung der drei Negative kann unter sonst günstigen Umständen stets mit hinreichender Gleichmäßigkeit erfolgen. Die Diapositive lassen sich ohne Schwierigkeit nach einer der bekannten Methoden auf Chlorsilbergelatineplatten drucken. Sollte dabei eine Ungenauigkeit unterlaufen, so läßt

Fig. 90. Diapositiv, das die grünen Strahlen liefert.

Fig. 91. Diapositiv, das die blauen Strahlen liefert.

sich diese jederzeit nachträglich korrigieren. Die drei farbigen Strahlenfilter müssen vor allen Dingen so abgestimmt sein, daß die drei Lichtkreise sämtlicher drei, übereinander auf den Schirm projiziert, reines Weiß geben müssen. Was schließlich die Beleuchtung anbetrifft, so ist es nicht unbedingt nötig, daß diese in den drei Laternen absolut übereinstimmend ist; es hat vielmehr einen gewissen Vorteil, die Kraft, je nachdem man eine der drei Farben hervorzuheben beabsichtigt, modifizieren zu können. Bei Verwendung von Gaslicht oder Kalklicht ist dies leicht zu bewerkstelligen und der Operateur

kann dabei die Intensität der Lichtquellen nach Gutdünken und im Verhältnis zu jedem der drei Diapositive steigern.

Die Fig. 89—91 zeigen in ihren drei Zuständen einen der projizierten Gegenstände, dessen Schema (Fig. 92) die einzelnen Farben angibt. Diese drei Bilder sind die Reproduktionen eines und desselben Blumenbuketts, d. h. die drei unter sich verschiedenen Einzelbilder des farbigen Gegenstandes, die nach der oben angegebenen Weise angefertigt wurden.

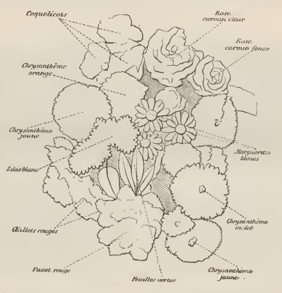


Fig. 92. Schema zur Erklärung der verschiedenen Farben der Blumen, die in den Figuren 89—91 abgebildet sind.

Wenn man die oben links befindlichen Mohnblumen (Coquelicots) unter einander vergleicht, so findet man, daß sich diese in Fig. 90 und 91 ungefähr ähnlich sehen; sie sind daselbst in fast schwarzem Tonwert wiedergegeben, während sie in Fig. 89 weiß erscheinen. Die im Bukett rechts unten befindliche Goldblume (Chrysanthème jaune) ist in Fig. 91 in dunklem Ton wiedergegeben, während sie in Fig. 89 und 90 fast weiß erscheint. Die gelben Staubgefäße der Gänseblumen (Marguerites bleues) sind in Fig. 91 schwarz, in Fig. 90 heller und in Fig. 89 fast weiß. Zwei dieser Gänseblumen waren absichtlich

mit Ultramarinblau übermalt worden; in Fig. 90 und 91 erscheinen diese fast weiß, wie die weiße Gänseblume, während sie in Fig. 89, wo die Wirkung der blauen Strahlen ausgeschlossen war, im Tonwerte ungefähr dem Grün der Blätter gleichkommen.

Es ist wohl nicht nötig, den Vergleich weiter fortzusetzen, er genügt ohne Zweifel, um zu zeigen, daß die drei Diapositive hinsichtlich der Farbenwiedergabe unähnlich sind, aber übereinstimmend in den Linien und Dimensionen. Wie man sieht, ist der weiße Hollunder (Lilas blanc) auf allen drei Einzelbildern in demselben Helligkeitswerte wiedergegeben; es kommt das eben daher, daß das Weiß in der gleichen Weise auf die drei lichtempfindlichen Schichten eingewirkt hatte und letztere sich nur den Primärfarben gegenüber verschieden verhalten.

Fr. Ives hat nun eine sinnreiche Vorrichtung konstruiert, welche es ermöglicht, die naturfarbigen Projektionen mit einem einzigen Apparate statt mit dreien zu bewerkstelligen. Fig. 93 stellt die Anordnung im Grundriß dar; sie wird nach Entfernung des Objektives an die Projektionslaterne gebracht. Die Lichtstrahlen fallen zuerst auf die Linse g und werden durch diese gegen 2 im rechten Winkel aufgestellte farblosen Glasscheiben h und i geworfen, wodurch sie in 3 Teile zerlegt werden.

Das geschieht folgendermaßen: Die Scheibe h zunächst reflektiert einen Teil des Lichtes nach rechts gegen den Spiegel k, der die Strahlen in der Richtung zum Objektive f weiterwirft. Der größere Teil des Lichtes geht durch die Scheibe h hindurch, und wird dann von der zweiten Scheibe i in der Weise zerlegt, daß die Hälfte gegen den Spiegel j reflektiert wird, der die Strahlen gegen das Objektiv d hin weiterbefördert, und die andere Hälfte geradeaus geht in der Richtung auf das Objektiv e. In die drei parallelen Bündel ist je eine Kondensierungslinse eingeschaltet, welche die Strahlen konvergent macht, so daß das Objektiv sie auffassen kann. Hinter diesen Linsen ist die Bildbühne angeordnet, in welche die drei Diapositive eingesetzt werden; man faßt dieselben zusammen in einen Holzrahmen. Bei a, b und c werden die den Diapositiven entsprechenden Farbscheiben eingesetzt. Die Objektive d, e und f werden nun mittelst der Regulier-Vorrichtungen so

eingestellt, daß die drei Bilder genau zur Deckung kommen. Die beiden äußeren Objektivträger sind um Achsen l und m drehbar angeordnet und können mittelst eines Hebels nach außen bewegt werden, so daß die drei Lichtkreise auf der Wand nebeneinander zu stehen kommen. Man hat alsdann Gelegenheit, die drei verschiedenartigen Bilder zu vergleichen und bei

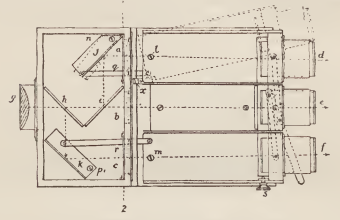


Fig. 93. Anordnung des Ives'schen Apparates.

Rückbewegung des Hebels zu beobachten, wie sich die Mischfarben bilden. Die Spiegel k und j folgen den Bewegungen der Objektivträger derart, daß die Strahlenbündel stets auf die Objektive zentriert bleiben. In Fig. 94 ist die Projektions-Vorrichtung in Verbindung mit einem Skioptikon dargestellt. Es versteht sich von selbst, daß zur Projektion eine sehr intensive Lichtquelle erforderlich ist, indem diese drei Lichtquellen zu ersetzen hat, und ein großer Teil des Lichtes durch die Farbenfilter absorbiert wird; es kommen infolgedessen nur intensives Kalklicht (Mischbrenner) und elektrisches Bogenlicht in Betracht. Der Projektionsraum muß absolut dunkel gehalten und alles Nebenlicht der Laterne abgeschlossen werden, damit die Farben möglichst gut herauskommen.

Jeder, der einer solchen Vorführung beigewohnt hat, wie sie in Deutschland zuerst in Düsseldorf bei Gelegenheit der dortigen 70. Naturforscher-Versammlung tagtäglich stattfanden,

ist erstaunt über die Feinheit und Naturtreue, mit der alle die unzähligen Farbentöne des Originals, namentlich der Metallglanz, wiedergegeben werden. Es ist tatsächlich verblüffend, wenn man sieht, wie alle die Farbentöne, deren Erzeugung mit Hilfe der sieben Spektralfarben möglich ist, hier durch Vermischung der drei Grundfarben, rot, grün und blau, in der vollkomensten Weise vor sich geht. In den letzten Jahren ist das Ivessche Verfahren durch Miethe weiter ausgearbeitet worden.

Die Projektion der nach dem Lippmanschen Verfahren her-

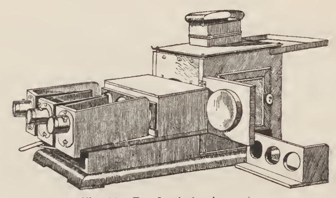


Fig. 94. Der Ives'sche Apparat.

gestellten naturfarbigen Bilder geschieht mit Hilfe der episkopischen Projektion. Man erzielt dabei verhältnismäßig gute Resultate, da die feinen Silberschichten, woraus das Bild besteht, wie Spiegel wirken und ein gut Teil des Lichtes in einer Richtung reflektieren. Infolge dieser Spiegelwirkung muß das Bild aber in solche Stellung gebracht werden, daß die reflektierten Strahlen richtig ins Objektiv gelangen; anderseits muß dabei das Bild möglichst senkrecht zur Achse des Objektivs stehen, damit alle Teile scharf wiedergegeben werden.

Von vorzüglicher Wirkung sind die mit den Lumierèschen Autochromplatten hergestelten Diapositive in natürlichen Farben; sie erfordern allerdings ihrer Dichtigkeit halber eine wesentlich kräftigere Beleuchtung als gewöhnliche Laternbilder. Bedauerlich ist es, daß sich diese Bilder nicht kopieren lassen.

Experimente mit der Laterne.

Darstellung von Schneefall.

Durch einen Schneesturm wird die Wirkung einer Winterlandschaft ungemein gesteigert, und man gebraucht dazu nur einen mit Löchern durchbohrten undurchsichtigen Streifen, der in einen Rahmen eingefügt wird. Letzterer muß die Größe eines gewöhnlichen Bildrahmens haben, aber zweimal so dick sein; man fertigt ihn aus zwei dünnen Holzleisten, die rings durch Streifen verbunden sind, so daß eine Art flacher, hohler Kasten entsteht. Mitten in die breiten Seiten dieses Kastens werden Löcher von ungefähr 8 cm Durchmeser geschnitten und innen, oben und unten zwei Rollen angebracht, die sich von außen durch Kurbeln drehen lassen. Auf diesen Rollen werden die Enden eines langen Streifens von dichter schwarzer Seide, ungefähr 10 cm breit, befestigt und auf eine der beiden Rollen aufgewunden; wenn man dann die andere Rolle vermittels der Kurbel dreht, wird der Streifen langsam an der Öffnung des Rahmens vorbeigezogen und windet sich auf diejenige Rolle auf, die gedreht wird. Der Streifen ist vorher mit einer Nadel durchlöchert worden und zwar in der ganzen Länge nach bis auf ungefähr 10 cm an jedem Ende. Ehe man die Winterlandschaft in den Apparat einschiebt, windet man den Streifen auf eine der beiden Rollen auf und schiebt dann den Rahmen so ein, daß die mit den Streifen umwundene Rolle nach unten kommt. In diesem Zustande befindet sich der nicht durchlöcherte Teil des Streifens hinter der Öffnung des Rahmens und schneidet deshalb das Licht dieser Laterne gänzlich ab. Hat man nun die Winterlandschaft in die andere Laterne eingeschoben, diese angezündet und das Bild auf den Schirm pro-

jiziert, bringt man den Dissolver des Doppelapparates in seine zentrale Stellung, d. h. so, daß dessen Stange vertikal steht und die Laterne, worin sich das Schneebild befindet, erleuchtet wird. Man dreht jetzt die obere Kurbel des Schneebildes und zieht auf diese Weise den durchlöcherten Streifen langsam nach oben. Hierdurch entsteht auf dem Bilde der Winterlandschaft der Effekt eines Schneegestöbers. Das Licht in der Laterne, in der sich das Schneebild befindet, darf jedoch nicht sehr hell sein.

Darstellung des Blitzes.

Hierzu benutzt man einfach eine geschwärzte Glasplatte, in der man den Blitzstrahl in der gewünschten Form einritzt und mit einer feurigen Farbe koloriert. Blitzeffekte wendet man in Verbindung mit einem zweiten Bilde, das einen Sturm darstellt, an. Man bringt in jeden der beiden Apparate eines der Bilder, projiziert das Hauptbild (also das Sturmbild) auf den Schirm und bedeckt das Objektiv der anderen Laterne mit der Hand; dann schiebt man die Stange des Dissolvers so weit zurück, bis sie senkrecht steht und infolgedessen beide Laternen erleuchtet sind. Man kann dann, wenn der Blitz erscheinen soll, die Hand vom Objektiv der zweiten Laterne schnell entfernen und ebenso schnell wieder darüber halten; das Resultat ist auf dem Schirm ein plötzlich aufzuckender und sofort wieder verschwindender Blitzstrahl. Mann kann dies natürlich beliebig oft wiederholen.

Der Vorhang.

Bei Beginn und Schluß einer Nebelbilder-Vorstellung sei es beabsichtigt, einen Vorhang zu zeigen, der auf- und abgerollt wird. Das läßt sich am schönsten zeigen mittelst des Perpendicular-Apparates, oder zweier übereinander stehender Laternen. In den Bildhalter der unteren Laterne schiebt man den

auf Glas gemalten resp. photographierten Vorhang; in den der oberen Laterne das erste Bild, das erscheinen soll.

In einen Blechstreifen, der etwas breiter ist als die Bilder, schneidet man ein Loch von der genauen Größe des Bildes; der Blechstreifen ist so lang, daß er beide Bilder deckt. Das Loch wird in solcher Höhe gemacht, daß es, wenn der Blechstreifen unten aufsteht, das obere Bild frei läßt. Der Streifen läßt sich vor den Bildern auf- und abwärts schieben.

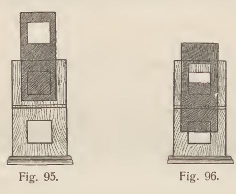


Fig. 95. Fig. 96.

In Fig. 95 ist der Vorhang (untere Laterne) frei; das erste Bild (obere Laterne) durch den Blechstreifen verdeckt.

In Fig. 96 erscheint der Vorhang zur Hälfte aufgerollt, indem der Blechstreifen zur Hälfte gesenkt, den unteren Teil des Vorhangbildes zudeckt, dagegen den unteren Teil des ersten Bildes frei läßt. Ganz gesenkt deckt der Streifen den Vorhang gänzlich, und das erste Bild läßt er ganz frei.

Bewegliche Bilder.

Die Anfertigung beweglicher Projektionsbilder läßt eine fast unerschöpfliche Abwechslung zu, sowohl für einfache wie für kombinierte Apparate. Wir unterscheiden hier Ziehbilder, Hebelbilder und Drehbilder.

Das Ziehbild besteht aus zwei bemalten Glasplatten,

deren eine fest im Holzrahmen steht, während die andere sich daran vorbeiziehen läßt; sei es im schnellsten Takt, um Verwandlungen oder schnelle Bewegungen wiederzugeben, in welchem Fall die Figur auf dem feststehenden Glase von schwarzem Lack umgeben wird; oder um ein mehr oder minder rasches Vorbeigleiten eines Gegenstandes (eines Bootes, eines Eisenbahnzuges u. dgl.) darzustellen; im letzteren Fall ist kein schwarzer Grund erforderlich.

Im Hebelbild haben wir zwei runde bemalte Glasplatten, deren eine gleichfalls im Rahmen feststeht, während die andere durch einen einfachen Mechanismus sich teilweise um ihr Zentrum drehen läßt; sie ist nämlich in einen Metallrahmen gefaßt, der durch einen zweiten äußeren Rahmen gehalten wird, aber mittelst eines Hebels etwas gedreht werden kann. Während bei den Ziehbildern nur wagerechte Bewegung stattfindet, haben wir es hier mit einer Schaukelbewegung zu tun.

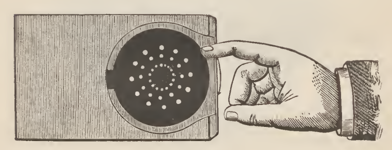


Fig. 97. Kaleidotrop.

Bei den Drehbildern ist die Einrichtung dieselbe, nur findet hier eine vollständige Drehung statt, die durch Kammräder erzeugt wird. Windmühlenflügel, Wasserräder und manche andere Dinge lassen sich so darstellen. Man achte darauf, daß die Bewegung genau aus der Mitte der Gläser stattfinden muß.

Die Einrichtung der Chromatropen oder Farbenräder unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß hier beide Scheiben drehbar sind, und zwar in entgegengesetzten Rich-

tungen. Die Scheiben sind mit regelmäßigen Figuren oder mit Streifen bemalt; bei geschickter Zusammenstellung und guter Farbenwahl lassen sich hiermit höchst anmutige Muster erzeugen.

Wenn man die gemalten Chromatropscheiben durch zwei mit regelmäßigen Figuren durchlöcherte Blechscheiben ersetzt, erhält man gleichfalls recht interesante Erscheinungen, die man Eidotropen nennt.

Es sei hier noch des Kaleidotrops gedacht, dessen Effekte auf der Fortdauer des Lichteindrucks beruhen. Jeder kennt das Feuerrad, das entsteht, wenn man einen brennenden Span im Kreis schwingt. Im Kaleidotrop haben wir eine Menge solcher leuchtender Kreise, die die schönsten Figuren erzeugen. Es ist daher nichts nötig, als eine durchlöcherte Karton- oder Blechscheibe; sie wird in der Mitte an eine starke Spiralfeder angehängt und durch Stoßen mit dem Finger in seitliche und zugleich drehende Bewegung gesetzt.

Sehr verschönt wird der Effekt dadurch, daß man die Löcher mit verschiedenfarbigen Gelatinefolien bedeckt.

Das Cykloidotrop.

Es ist dies ein Instrument, das mittelst einer Nadel auf einer angerußten Glasscheibe regelmäßige Figuren wie sie z. B. die Figur 98 zeigt, einkratzt.

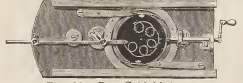


Fig. 98. Das Cykloidotrop.

Zunächst wird das runde Glas, das zu dem Instrument gehört, mittelst einer gewöhnlichen Kerze oder Petroleumlampe

ohne Zylinder durch Anrußen schwarz gemacht. Vorher muß man das Glas mit wenig Talg abreiben, damit die Nadel flotter gehe und der Strich reiner wird. Zu stark darf das Glas nicht berußt werden. Eine dünne Lage gibt ebenso schöne Bilder, wie eine dicke.

Diese Glasplatte legt man in den Ring, nachdem man die Nadel nach oben gestellt hat, damit sie die Fläche nicht verletze. Erst wenn die Platte durch die Federn festgehalten

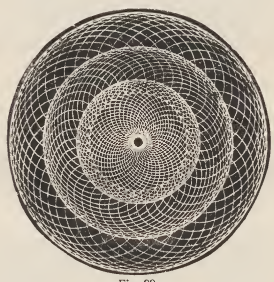


Fig. 99.

wird, drehe man die Nadel wieder um. Die Platte ist jetzt durch die Kurbel drehbar. Die verstellbare Zwinge geht über einen rotierenden Stift, welcher den Nadelträger bewegt. Dann geht die Stange nochmals durch einen rotierenden Stift. An beiden Stiften sind Schrauben, die die Stange halten; diese trägt eine kleine Nadel, welche die Zeichnung macht. Je nachdem die eine oder andere Schraube angezogen ist, erhält man Figuren vom Typus der Figur 99 oder solche wie die in der Zeichnung des Instruments angefangene. Variationen erzielt

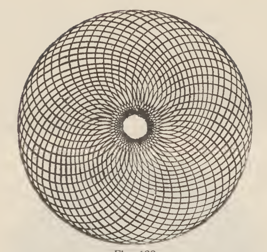


Fig. 100.

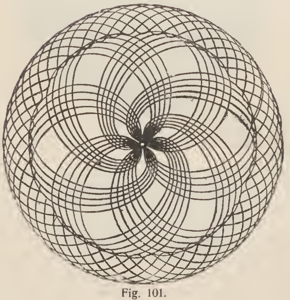


Fig. 101.

man durch Verschiebung des exzentrisch gelagerten Stiftes und Anziehen einer der beiden Schrauben, sowie durch Drehen des am Zentrum befestigten Stiftes.

Durch Drehen der Kurbel zeichnet eine Nadel auf der berußten, also undurchsichtigen Glasplatte eine regelmäßige geometrische Figur; durch verschiedenes Stellen an vier Punkten lassen sich diese Figuren ins Unendliche variieren, namentlich auch das Kombinieren verschiedener Stellungen, in der Art, wie es umstehende Figur 100 veranschaulicht. Das Publikum sieht also die Nadel arbeiten, immer neue Figuren hervorrufend, was von äußerst spannender Wirkung ist. In Verbindung mit farbigen Gelatinefolien lassen sich die Resultate noch weiter abändern.

Die Figuren 99 bis 101 sind mit dem Cykloidotrop auf Glas gemacht. Alle Zeichnungen beginnen mit einer einfachen Linie, und je weiter sie fortschreiten, um so schöner werden sie. In Figur 101 ist die Mitte ungefähr gleich wie 100, nur geht die Nadel mehr in die Mitte des Glases. Der Rand von 101 ist bei sehr kurzer Stellung des Stabes gemacht, für die Mitte ist er sehr weit gestellt.

Im Rand von Fig. 99 ist die Zeichnung vervollständigt, bis eine doppelte Linie entstanden, bei weiterem Fortsetzen des Drehens wären dreifache oder vierfache Linien gekommen.

Den Effekt kann man noch variieren, indem man eine bunte Glasscheibe nimmt.

Bewegliche Schiffsbilder.

Auf folgende einfache Weise lassen sich bewegliche Schiffsbilder darstellen. Zwei Gläser sind erforderlich, nämlich ein feststehendes, worauf die Ansicht gemalt ist, und ein doppelt so breites, um 25 Millimeter höheres, bewegliches, mit dem Bilde des Schiffes. Die Ansicht kommt in einen Holzrahmen und bleibt stehen, während das Schiffsbild in einen beweglichen

Rahmen gelassen wird. Am unteren Teile des letzteren wird ein Streifen Messing- oder Zinkblech befestigt, worin ein schlangenförmiger Schnitt gemacht wurde. In dem feststehenden Rahmen befindet sich ein Metallstift, über den das Schiffsbild gleitet. Diese Beschreibung wird durch die Zeichnung Fig. 102 besser verständlich werden.

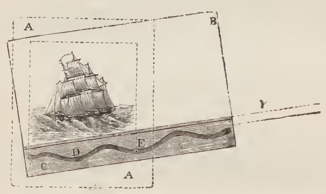


Fig. 102. Bewegliches Schiffsbild.

A A, Die punktierten Linien stellen den festen Holzrahmen mit der Ansicht dar.

B, Das breite Schiffsbild.

C, Der unten daran befestigte Metallstreifen.

D, Der schlangenförmige Einschnitt, durch den beim Durchziehen das Schiff sich hebt und senkt.

E, Ein Metallstift an dem feststehenden Rahmen, der durch den Einschnitt geht.

F, Eine hölzerne oder metallene Handhabe.

Springbrunnen.

Eine sehr hübsche und natürliche Wirkung erzielt man durch die Vereinigung des Bildes eines Springbrunnens mit einer dem Chromatrop ähnlichen Vorrichtung, die hier näher

beschrieben werden soll. Man braucht hierzu einen Chromatroprahmen mit zwei mattgeschliffenen Glasplatten, die nicht

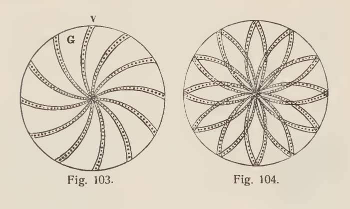


Fig. 103. Fig. 104.

Fig. 105. Springbrunnen.

bemalt sind, sondern durch Auftragen von Mastixlack gewisse Figuren erhalten haben. Figur 103 zeigt die Form dieser Figuren, die, wie man sieht, aus Punkten und Linien bestehen;

die matte Fläche G bleibt wie sie ist, nur die Punkte und Linien V werden mit dem Pinsel und Mastixlack aufgezeichnet und zwar beide Gläser ganz gleich. Im Chromatroprahmen kommen die mit den Figuren versehenen Flächen gegeneinander zu liegen, wodurch dann die Figur 104 entsteht. Man stellt das Bild des Springbrunnens in die eine Laterne, den Chromatroprahmen in die andere, so daß der Mittelpunkt des letzteren mit der Öffnung der Muschel zusammenfällt, und dreht den Rahmen; hierdurch erhält man einen sehr hübschen Effekt.

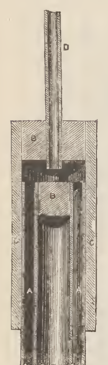


Fig. 106.

Farbiger Springbrunnen.

Diese vor längeren Jahren in Aufnahme gekommene Vorrichtung ist ganz leicht anzufertigen; wenn man eine kleine Tischfontäne besitzt, wie sie jetzt billig zu kaufen sind, ist weiter nichts erforderlich. Im anderen Fall kann man eine solche aus einer alten Moderateurlampe ganz hübsch fabrizieren. Man kocht das Öl mit starker heißer Sodalauge aus, und pumpt einige Male frisches Wasser hindurch. Das Loch in der Mitte schließt man durch einen gutschließenden Kork B und zieht über das innere Rohr einen starken Kautschukschlauch A. In dieses Rohr setzt man ebenfalls einen festen Korkstopfen, in dessen Mitte sich ein engeres Rohr befindet. Auf diesem engen Rohr sitzt das Mundstück. Aus beistehender Figur wird das Gesagte ganz verständlich werden. Das kleine Drahtstück, welches den Ausfluß des Öls reguliert, nimmt man weg. Man stellt die Fontäne auf den Tisch in die von der Laterne ausgehenden Lichtstrahlen. Einige Zolle dahinter stellt man ein großes Stück schwarzer Pappe, woraus man eine domförmige Öffnung geschnitten hat, so

groß, daß die Fontäne samt dem Wasserstrahl sichtbar bleibt. Die. Zuschauer müssen so plaziert sein, daß sie wohl die Fontäne, aber nicht das aus der Laterne kommende Licht erblicken können. Wenn die Fontäne springt und das Licht aufgedreht ist, erscheint jeder Wassertropfen wie ein kleiner Diamant. Durch Vorhalten von farbigen Gelatinefolien zwischen Licht und Wasser verwandelt man sie in Rubine und Smaragde. Vorzüglich schön aber ist die Wirkung, wenn man ein Schwefelkohlenstoffprisma zwischenstellt; die Tropfen erhalten hierdurch alle Regenbogenfarben.

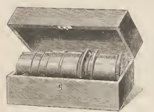


Fig. 107. Kaleidoskop.

Das Kaleidoskop.

Die schönen variierten Formen, welche dieses bekannte, im Jahre 1814 von Brewster erfundene Instrument dem Auge vorführt, machen es zu einem sehr geeigneten Hilsmittel bei der Vorstellung mit dem Projektionsapparat. Diese Erscheinungen beruhen auf der Reflexion des Lichtes. Wenn zwei ebene Spiegel in irgend einem Winkel zusammengestellt werden, so sieht man von einem zwischen ihnen sich befindenden Gegenstande mehrere Bilder, deren Zahl von der Neigung der Spiegel abhängt. Sind diese unter einem Winkel von 72° geneigt ($^1/_5$ des Kreisumfangs), so erblickt man von dem betr. Gegenstande noch vier Bilder, stoßen sie aber unter einem Winkel von 60°, 45°, 36° usw. zusammen, d. h. beträgt der Winkel, den sie bilden, $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{10}$ des ganzen Kreisumfanges, so sieht man, den Gegenstand selbst mitgerechnet, 6, 8, 10 usw. Bilder. Je kleiner also der Winkel wird, um so mehr steigert sich die Anzahl der Bilder.

Die Einrichtung des Projektions-Kaleidoskops ist im wesentlichen dieselbe wie die des einfachen, zur Unterhaltung für Kinder bestimmten Instrumentes. Es besteht aus einer Messinghülse, in der zwei, unter einem Winkel von 45° zusammenstoßende kleine Spiegel eingelassen sind und die von einem Ende der Hülse bis zum anderen laufen. An beiden Enden der

Hülse befinden sich Linsen und zwar an dem, dem Kondensor zunächst liegenden Ende ein Meniscus, an dem entgegengesetzten Ende eine plankonvexe Linse. Das Instrument bildet also mit anderen Worten ein Projektionsobjektiv, dessen beide Linsen weit genug auseinander stehen, so daß dazwischen zwei Spiegel, deren Schenkel ein V bilden, eingelassen werden können.

Beim Gebrauch wird das Kaleidoskop am Projektionsapparat an Stelle des Objektivs verwendet und der zu projizierende Gegenstand wie gewöhnlich auf der Bildbühne in den Apparat eingeschoben. Man kann hierzu eine flache, Stücke von buntem Glas enthaltende Glasküvette benutzen, die sich wie ein Chromatrop drehen läßt, oder der Gegenstand kann eine Feder, eine Schere, ein Schlüssel, ein Pflanze u. dgl. sein — die ungleichmäßigsten Formen geben die schönsten, zierlichsten Figuren auf dem Schirme.

Wenn man nun das Kaleidoskop an Stelle des Objektivs an den Apparat angeschraubt hat, dreht man die Hülse, bis die darin befindlichen Spiegel in Form eines V stehen. Man bringt irgend ein Objekt auf die Bildbühne und stellt es ein, indem man die Hülse des Kaleidoskops in dessen äußerer Umhüllung vorwärts und rückwärts schiebt. Das Objekt kann dann entfernt werden. Nun stellt man den Kalklicht-Brenner bezw. die Bogenlampe ungefähr 2½ cm höher, als sie bei Anwendung des gewöhnlichen Objektivs zu stehen hat und schiebt die Lampe so lange vorwärts und rückwärts, bis man die beste Beleuchtung des Lichtkreises auf dem Schirm erhalten hat. Bisweilen sind die seitlichen Segmente des Kreises ungleichmäßig beleuchtet; in solchen Fällen muß die Hülse des Kaleidoskops um ihre Achse gedreht werden. Bei kaltem Wetter muß man das Kaleidoskop vor dem Gebrauche erwärmen, damit die Spiegel während der Vorstellung nicht anlaufen. Das Kaleidoskop läßt sich nur bei Kalk- oder elektrischem Licht mit Erfolg verwenden.

Vorführung des Pulsschlags.

Man verschafft sich ein Stück Spiegelglas, von 2,5 cm im Quadrat und klebt auf dessen Spiegelfläche ein Stück schwarzes Papier mit einem kreisrunden Loch von 13 mm Durchmesser in der Mitte. Auf der Rückseite bringt man im Dreieck Wachsstreifen an, oder sonstiges Material, welches an der Haut haftet und drückt dann den kleinen Spiegel so gegen das Handgelenk, daß einer der Wachsstreifen gerade über den Puls zu liegen kommt. An Stelle des Bildes bringt man eine Zinkplatte oder ein Stück Karton mit einem 7 mm weiten kreisrunden Ausschnitt in die Laterne und stellt zunächst mit Hilfe des Reflcktierspiegels das reflektierte Bild dieses Ausschnittes ein. Ein solcher Reflektier-Spiegel besteht einfach aus einem Holzgestell mit einem Reflektor, der in einer Auskerbung der horizontalen Leiste befestigt ist. An der anderen gegenüberliegenden Seite des Reflektors bringt man ein viereckiges Korkstück an, und steckt in dieses einen kurzen Draht, so daß dieser im rechten Winkel zum Reflektor steht und eine Zunge, ähnlich wie die einer Wage bildet. Ein solcher Reflektierspiegel wirft bekanntlich die Lichtstrahlen in demselben Winkel zurück in dem sie auffallen.

Nun hält man das Handgelenk in den Lichtkegel, so daß der Einfallswinkel etwa 45° beträgt. Sofort werden die Pulsschläge deutlich sichtbar, indem die reflektierte Lichtstelle an der Decke auf einer Fläche von mehreren Zoll sich hin- und herbewegt. Der Versuch ist sehr hübsch und überraschend, und dabei ganz einfach. Es dürfte sich empfehlen, die richtige Stelle des Handgelenkes vor dem Experiment zu suchen und sie durch einen schwarzen Punkt zu bezeichnen.

Physikalische Experimente.

Der Projektions-Apparat.

Für die Projektion physikalischer Experimente bedarf man eines eigens für diesen Zweck gebauten Apparates, weil die für bloße Laternbilder-Projektion bestimmten Laternen nicht verwendbar sind. Es ist vor allem erforderlich, daß der Raum zwischen Kondensor und Objektiv frei ist, damit man Küvetten, sowie andere für die Ausführung der Experimente erforderliche Instrumente ohne Hindernis einsetzen kann. Ferner muß der Apparat mit einer sogen. optischen Bank versehen sein, und eine Vorrichtung zur Erzielung eines parallelen Strahlenbündels haben.

Eine Anzahl wichtiger Experimente kann überhaupt nicht direkt projiziert werden, indem die betr. Instrumente sich nur in horizontaler Stellung in den Apparat einsetzen lassen. In solchen Fällen bedarf man dazu einer Einrichtung, die man als Horizontal-Apparat bezeichnet, die jedoch auch unter dem Namen Vertikal-Laterne bekannt ist. Unsere Abbildung (Figur 108) zeigt das Prinzip. Die beiden Linsen des Kondensors sind getrennt. Die erste C_1 bleibt in der Fassung, während die zweite C_2 horizontal angeordnet ist. S_1 S_1 ist ein Spiegel. Die Lichtstrahlen, die von der Lichtquelle L ausgehen, werden durch die Linse C_1 parallel gemacht, von dem Spiegel S_1 reflektiert und dann durch die Linse C_2 wieder gesammelt. Über C_2 ist das Objekt, welches projiziert werden soll, angeordnet. Das Objektiv O entwirft das Bild und der zweite Spiegel S_2 lenkt es auf die Projektionswand. Die Abbildung zeigt eines der schönsten Experimente: die Darstellung der magnetischen Kurven.

Unter einer Glasplatte P P ist ein Magnet M festgekittet. Oben auf die Platte wird feine Eisenfeile gestreut, dann bilden sich die eigenartigen Figuren, welche die Kraftlinien der Magnete veranschaulichen. Weiter unten kommen wir darauf zurück.

Im Folgenden sei zunächst ein Apparat beschrieben, welcher speziell für die Projektion der folgenden Experimente bestimmt ist, natürlich kann er auch zur Projektion von Latern-

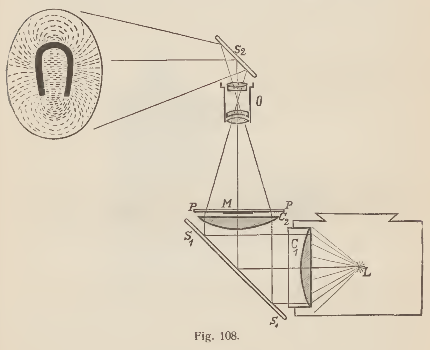


Fig. 108.

bildern aller Art benutzt werden. Die Projektions-Laterne ist auf einer optischen Bank von 80 cm Länge in der Stöhrerschen Form montiert. Die optische Achse befindet sich in einer Höhe von 55 cm über der Tischfläche und von 20 cm über den Gleitschienen; letztere sind aus gut trocknem Holze hergestellt und mit kräftigen Schrauben an den eisernen Füßen befestigt. Die Eisenfüße haben oben eine Ausladung, derart, daß die Schieber mit den Linsen und Tischchen sämtlich herausgenommen werden können. In einem der Füße ist eine Stell-

schraube mit großem Kopf angebracht, mittelst der man die Bank auf unebenem Tisch stabil einstellen kann.

Das Gehäuse des Apparates läßt sich von der Bank abheben, ist aus feinstem Stahlblech gefertigt und mit Holzboden versehen; zwei rechts und links über die Gleitschienen greifende Leisten fixieren die richtige Stellung auf der Bank. An der Seite des Gehäuses ist eine Türe mit Beobachtungsglas angebracht, an der Rückseite eine nach oben herausschiebbare Tür, deren Unterteil sich aufklappen und schräg einstellen läßt, so daß die Triebe der Lampe zur Projektion gut zugänglich sind; zur Herstellung eines vollständigen Lichtabschlusses ist ein Vorhang vorgesehen. Für den Abzug der heißen Luft aus dem Gehäuse hat die Laterne oben einen umgebogenen Kaminaufsatz, während durch seitlich unten angebrachte Öffnungen frische Luft nachströmen kann. In der Vorderwand des Gehäuses befindet sich, in einem eingesetzten Rohrstück montiert, die erste Linse des Doppel-Kondensors, welche die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen parallel macht. Die zweite Linse des Kondensors ist in einem besonderen, auf der optischen Bank gleitenden Fuße angebracht. Diese Anordnung gestattet, zwischen den beiden Linsen einen weiter unten beschriebenen Apparat für Horizontalprojektion einzuschieben. Der Durchmesser der Kondensorlinsen ist 115 mm; dieses Maß wurde gewählt, indem es einerseits hinreichend groß ist, um die in Betracht kommenden Versuche gut wiederzugeben, anderseits aber auch nicht so groß, daß der Apparat dadurch wesentlich verteuert würde. Der Projektionskopf auf beweglichem Schlitten ist ein Porträtobjektiv Petzvalscher Konstruktion von etwa 20 cm Brennweite; dieses gibt auch für Apparate größerer Ausdehnung genügende Tiefenschärfe, liefert aber dabei auch ein hinreichend großes Bildfeld. Vor und hinter dem Objektiv sind Stelltischchen mit Schlittenführungen angebracht zur Aufnahme von Apparaten, Prismen usw.

Wird der Apparat lediglich zur direkten Projektion gebraucht, so schiebt man den Fuß mit der zweiten Kondensorlinse dicht gegen die Laterne; ein an dem Fuß angebrachter kurzer Messingtubus, der sich fest gegen das Gehäuse legt, ver-

hindert jedwede seitliche Ausstrahlung von Licht. Vorn an dem Linsenträger sind zur Aufnahme des Bildhalters zwei mit Federn ausgerüstete Leisten vorgesehen; diese lassen die Linse indes vollständig frei, so daß bei der Projektion von Apparaten keine Strahlen abgeschnitten werden.

In die Bildbühne paßt ein konischer, vorne in ein kurzes Rohr von $6\frac{1}{2}$ cm Durchmesser auslaufender Ansatz, auf den die verschiedenen Spalte und Diaphragmen aufgesetzt werden.

Um photographierte Spalte usw. bequem anbringen zu

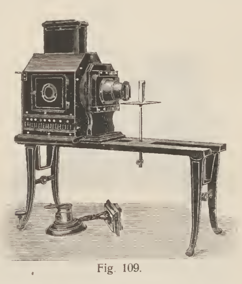


Fig. 109.

können, ist ein Ansatz mit Bildbühne vorgesehen. Soll das Licht parallel austreten, so wird in das Rohrstück eine mit kurzer Rohrfassung versehene konkave Linse eingesetzt. Diese Anordnung hat den Vorzug, daß das sämtliche vom Kondensor aufgenommene Licht auf ein schmales paralleles Strahlenbündel von großer Lichtstärke zusammengezogen wird.

Soll der Apparat auch zur Horizontal-Projektion benutzt werden, so schiebt man den Linsenträger nach vorn und setzt dicht vor die Laterne den Horizontal-Apparat. Dieser besteht aus einem aus Holz gebauten Kasten, welcher in der dem Gehäuse zugekehrten und in der gegenüberliegenden Wand einen

den Kondensierungslinsen entsprechenden runden Ausschnitt hat, während in der Decke eine Kondensierungslinse von 115 mm Durchmesser angebracht ist; in dem Kasten befindet sich ein umklappbarer, in zwei Stellungen fixierbarer Spiegel, und oben, zentrisch über der Linse, an einem verstellbaren Träger ein Projektionsobjektiv mit drehbarem Spiegel. Ist der Spiegel im Kasten hochgeklappt, so gehen die aus dem Gehäuse kommenden parallelen Strahlen glatt durch den Kasten hindurch

Fig. 110.

und treffen auf die zweite Linse in dem davor befindlichen Fuße: wir haben direkte Projektion wie zuvor, nur mit dem Unterschiede, daß die beiden Kondensierungslinsen weiter auseinanderstehen, was die Wirkung keineswegs beeinträchtigt. Klappt man nun den Spiegel herunter, so werden die Strahlen von ihm gegen die obere Kondensierungslinse reflektiert und von dieser auf das Objektiv gelenkt; letzteres projiziert alsdann von dem auf der Linse befindlichen Gegenstande ein Bild, das von dem Spiegel darüber auf die Wand geleitet wird: bei

dieser Anordnung haben wir also Horizontalprojektion. Eine Seitenwand des Horizontal-Apparates ist aufklappbar eingerichtet, so daß der Spiegel, sowie auch die oben eingelassene Linse gut zugänglich sind.

Der das Objektiv haltende Träger ist reichlich weit von der Linse entfernt montiert und es können mithin selbst recht breite Gegenstände ungehindert aufgelegt und zur Projektion gebracht werden.

Die Umänderung von der direkten Projektion in die horizontale geht bei diesem Apparate, wie beschrieben, äußerst bequem und rasch vor sich: es braucht eben nur der Spiegel herauf- oder heruntergeklappt zu werden. Außerdem können, was sehr praktisch ist, die in den beiden Arten der Projektion zur Verwendung kommenden Instrumente, Küvetten, Bildhalter usw. bei der Umänderung stehen bleiben; es braucht nichts weggeräumt zu werden. Man besitzt in diesem Apparat sozusagen zwei Skioptikons, von denen das eine für horizontale Projektion eingerichtet ist, das andere für direkte, und die abwechselnd benutzt werden können. Seine Verwendbarkeit in dieser Anordnung ist infolgedessen eine sehr vielseitige.

Für die Darstellung von Laternbildern wird man in der Regel die direkte Projektion benutzen; zuweilen ist jedoch die Horizontalprojektion vorzuziehen. Bei Anwendung der letzteren hat der Projizierende das Glasbild stets vor Augen und kann es betrachten, während er den dargestellten Gegenstand bespricht; er kann bequem mit einem kleinen Stäbchen auf diesen oder jenen Punkt des Programms deuten, um die Aufmerksamkeit der Zuschauer auf die richtige Stelle des Bildes zu lenken. Des weiteren ist man hier in der Lage, während der Projektion bei Diagrammen und dergleichen (solche werden auf sogen. Diagrammplatten mit Tinte und Feder genau wie auf Papier gezeichnet) einen fehlenden Buchstaben usw. einzuzeichnen; ja man kann auf einer neuen Diagrammplatte, die man auf die obere Linse legt, wie sonst auf der Tafel eine Skizze entwerfen und, indem diese gleichzeitig projiziert wird, vergrößert vor den Augen der Zuschauer entstehen lassen.

Von dem Effekt, auf den es ja bei wissenschaftlichen Demonstrationen nicht darauf ankommt, abgesehen, bietet diese Methode in manchen Fällen ein ganz ausgezeichnetes Hilfsmittel.

Bei der Projektion von wissenschaftlichen Experimenten zeigt sich die zweckmäßige Anordnung des Horizontal-Apparates in besonderem Maße. Durcheinander, ohne Aufenthalt, kann man Versuche vorführen, welche die direkte Projektion erfordern und solche, die mit der Horizontal-Vorrichtung zu zeigen sind. Man braucht hier nicht erst die aufgebauten Instrumente wegzuräumen und große Änderungen am Apparat vorzunehmen wie sonst; alles, was zu geschehen hat, um von einer Art der Projektion in die andere überzugehen, ist das Umlegen des Spiegels. Für den Projizierenden ist das eine große Annehmlichkeit, er kann viel bequemer und mit größerer Übersicht arbeiten; auch die Vorführung selbst gewinnt, indem längere Unterbrechungen zwischen den einzelnen Versuchen fortfallen. Im übrigen hat man es hier natürlich in der Hand, zur genaueren Erklärung oder Ergänzung der Experimente mittelst der direkten oder horizontalen Projektion Laternbilder einzuschalten.

Das Gleiche gilt von der mikroskopischen Projektion, bei der an Stelle des Objektives das Projektions-Mikroskop auf der optischen Bank angeordnet wird. Auch hier kann man mittelst der Horizontal-Einrichtung nach Belieben zwischendurch Laternbilder zeigen, und das ist hier von besonderem Werte. Denn auch Objekte, die als Präparate nicht vorhanden sind, oder für welche die Vergrößerung des Mikroskopes nicht ausreicht, braucht man nun nicht fehlen zu lassen; sie werden einfach, wenn die Reihe daran kommt, mit Hilfe von Mikrophotogrammen zur Anschauung gebracht. Bei anderen Apparaten ist eine derartige Einschaltung von Photogrammen in die mikroskopische Projektion kaum durchführbar; denn dann müßte jedesmal das Mikroskop entfernt und durch das gewöhnliche Objektiv ersetzt, sowie darnach immer von neuem das Mikroskop einzentriert werden.

Im übrigen kann der Apparat auch zur Projektion un-

durchsichtiger Gegenstände verwendet werden; es wird dazu ein besonderer Episkop-Ansatz benutzt, der an Stelle des Horizontal-Apparates vor die Laterne zu stehen kommt. Auf diese Art der Projektion kann man indes im allgemeinen verzichten, zumal da die damit erzielten Resultate gegenüber der direkten Projektion stark zurückstehen.

Es sei noch bemerkt, daß dieser Apparat auch in größerer Ausführung mit Kondensierungslinsen von 15 cm Durchmesser hergestellt wird.

Mechanik flüssiger Körper.

Die Kapillarität. Diese Erscheinung läßt sich einem großen Auditorium sehr schön vorführen. Wir brauchen hierzu eine Küvette, die aus zwei auf einen Kautschukstreifen gepreßten Glasplatten besteht.

In Figur 112 haben wir eine Reihe Glasröhrchen von verschiedenem Durchmesser in einem Holzrähmchen, das man in die Küvette einläßt. In die Küvette gießt man gefärbtes Was-

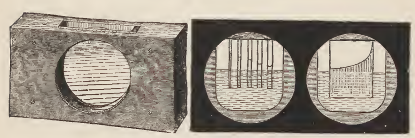


Fig. 111. Glas-Küvette. Fig. 112 Kapillarröhren. Fig. 113.

ser. Man sieht deutlich, wie in den engsten Röhrchen das Wasser am meisten steigt. Die Kurve, die sich beim Aufsteigen einer Flüssigkeit zwischen zwei Glasplatten bildet, läßt sich recht hübsch in gleicher Weise vorzeigen (Fig. 113).

Das gefärbte Wasser steigt an der Seite am höchsten und erscheint am hellsten da, wo die beiden Platten sich berühren.

Dr. Looser empfiehlt, sich zu diesem Versuch keiner Küvette zu bedienen, indem die Kapillarröhren sich leicht an

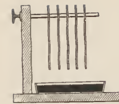


Fig. 114.
Kapillarröhren.

eine der Wände anlegen, so daß in diesem Falle die Flüssigkeit zwischen der Röhre und der Glaswand aufsteigt, da Röhre und Glaswand ein neues Kapillargefäß bilden. Man befestigt die Kapillarröhrchen in einer Leiste, welche an einer senkrechten Stange verschiebbar ist. Nachdem man eingestellt, senkt man dann die sämtlichen Röhrchen in ein flaches Gefäß mit dunkler Flüssigkeit.

Kohäsionsfiguren. Tomlisons Kohäsionsfiguren lassen sich recht hübsch in folgender Weise darstellen. Man

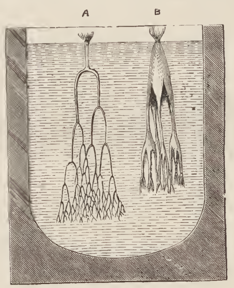


Fig. 115. Kohäsionsfiguren.

füllt den Glastrog bis 12 mm unter dem Rand mit Weingeist und stellt ihn in die Laterne. Dann taucht man einen Glasstab in flüssige Anilinfarbe, und berührt damit die Seite des Glastroges leicht, sodaß ein Tropfen hängen bleibt. Dieser Tropfen geht, sobald er den Alkohol berührt, 12 Millimeter ungefähr gerade hinunter und verzweigt sich dann in zwei Arme, diese

teilen sich in vier und so fort; bis die Farbe unten angelangt, hat sie sich in hunderte zarter Fäden getrennt. Auf der Wand zeigt sich dies noch viel schöner, da das Bild umgekehrt kommt, es wächst hier ein starker Baum auf, der sich allmählich verzweigt, wie man A Figur 115 sieht. Noch hübscher ist es, wenn man Tropfen verschiedener Farben 12 mm weit auseinander ansetzt; ihre Zweige verwirren sich und das Ganze erinnert an daß Aufsteigen verschiedenfarbiger Raketen.

Eine andere Figur, in B dargestellt, erhält man dadurch, daß man den Glastrog mit Petroleum füllt und einen Tropfen gefärbtes Fuselöl hineingibt. Viele andere hübsche Kohäsionsfiguren lassen sich nur mit einer vertikalen Laterne darstellen.

Diamagnetische Erscheinungen.

Hierzu braucht man einen Elektromagneten, der, in einen Holzrahmen gefaßt, an Stelle des Bildes eingeschoben wird. Ein Stück weichen Eisens wird dazu U-förmig gebogen und in der Mitte durchbohrt. Die beiden Pole werden mehrfach mit übersponnenem Kupferdraht von 1—1½ mm Dicke umwunden. Das Eisen befestigt man an dem hölzernen Rahmen mit zwei Schrauben. Die Pole können etwa 12 mm voneinander entfernt sein. Die beiden Enden des Kupferdrahtes, die zu zwei an dem Holzrahmen sitzenden Klemmschrauben geführt sind, werden mit den Polen einer starken Batterie (4 Bunsenelemente oder Akkumulatoren zu je zweien parallel geschaltet) verbunden. In die oben erwähnte Durchbohrung, die auch durch das Holz geführt ist, steckt man einen Kork, durch den ein Messingdraht geht. An einer Öse des letzteren hängen an einem Kokonfaden die dia- oder paramagnetischen Körper, die man der Untersuchung unterwerfen will. Hierzu eignen sich Stäbchen von Wismut, Antimon, Nickel, Glas von etwa 10 mm Länge und 1 bis 2 mm Dicke. Man hängt zunächst ein Nickelstäbchen an, so daß es mit den Polspitzen in gleiche Höhe kommt, und dreht es mit Hilfe des Messingdrahtes so, daß es senkrecht zur Verbindungslinie der Pole steht. Im Projektionsbilde erscheint es als Punkt. Schickt man nun den Strom durch den Magneten, so zeigt die Verlängerung des Projektionsbildes die paramagnetische Natur desselben an. Ein Wismutstäbchen in achsialer Lage aufgehängt, wird beim Stromschluß abgestoßen, was auf dem Schirm durch die Verkürzung seines Projektionsbildes erkannt wird. Richtet man den Magneten so ein, daß auf die

Pole Polschuhe von weichem Eisen gesetzt werden können, die nur einen Raum von 2 bis 3 mm frei lassen, so kann man auch Flüssigkeiten untersuchen. Man zieht eine etwa 5 mm weite Glasröhre zu einer schlanken Spitze von 2 mm Dicke aus, biegt sie zweimal um, kittet sie auf einen passenden Kork und bringt die enge Röhre zwischen die Pole. Mit Hilfe einer Pipette füllt man sie mit Eisen- oder Manganchloridlösung. Beim Stromschluß steigt die Flüssigkeit. Wird Schwefelkohlenstoff eingebracht, so sinkt die Flüssigkeit um ein Geringes.

Akustik.

1. Um Tonwellen vorzuführen ist der folgende Versuch recht geeignet. Ein etwa 7 Zentimeter im Durchmesser messendes dünnes Weinglas wird bis zum Rand mit Alaunwasser gefüllt. Dann stellt man es auf den Tisch, so daß, wie in Fig. 116 der Reflektor A alles Licht, das er von der Laterne N erhält, in geringem Winkel auf das Glas niederreflektiert, und die Linse B in dem anderen Gestell das Bild der Wasser-

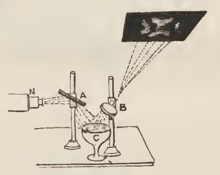


Fig. 116 Reflektierspiegel.

oberfläche auf dic Decke wirft. Klopft man jetzt mit einem Messerrücken gegen das Weinglas, so zeigen sich kreisrunde Lichterscheinungen an der Decke. Benetzt man die Fingerspitze etwas mit Flüssigkeit und reibt den Rand des Glases so lange, bis sich die bekannten Töne hören lassen, so zeigen sich an der Decke prächtige Erscheinungen, welche die Richtung des Fingers verfolgen, also im Ringeltanz projiziert werden. Man bringe nun, falls man den Versuch mit Petroleumlicht anstellt, den Reflektor und das Glas ganz nahe an das Laternen-

objektiv, damit alles Licht auf der Wasseroberfläche konzentriert werde. Auch muß dann alles zerstreute Licht sorgfältig abgesperrt werden, indem man die Seitenöffnungen der Bühne für die Laternbilder mit Tüchern verhängt und das Glas selbst auf ein schwarzes Tuch stellt, damit vom Tische aus kein Licht nach der Decke reflektiert werden kann. Bei der Arbeit mit schwachem Licht hängt von diesen Vorsichtsmaßregeln viel ab; wenn sie genau beobachtet werden, läßt sich dieser schöne Versuch bequem auf einer 3 bis 3,5 Meter hohen Decke vorführen. Auch ein Reflektor in der Laterne selbst erweist sich recht dienlich. Bei der Arbeit mit Kalklicht braucht man so

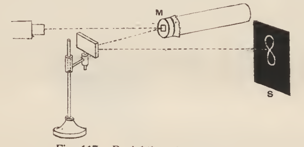


Fig. 117. Projektion der Tonwellen.

vorsichtig nicht zu sein, ein paralleler Lichtstrahl ist dann am besten.

2. Die Tonwellen lassen sich übrigens mit Hilfe des Reflektierspiegels noch auf andere Weise vorführen. Man verschaffe sich ein Rohr aus Metall, Pappendeckel oder dergl. von etwa 4 cm Durchmesser und 32 cm Länge, und spanne über die eine der beiden Öffnungen irgendeine schwache Membran — ein Stück schwachen Kautschuks oder auch ein dünnes Papier. In der Mitte des letzteren befestige man mit Gummi arabicum ein Stück von einem dünnen Spiegel, das nicht größer sein darf als 6 mm im Quadrat. Das Ganze wird wie in Fig. 117 aufgestellt, so daß von dem kleinen Spiegel M und dem Reflektor aus auf den Schirm S ein Lichtfleck reflektiert wird. Jetzt singe man in das offene Ende des Rohres, jeder Ton erzeugt

auf dem Schirm eine bestimmte Figur, die oftmals symmetrische Gestalt annimmt und den reichsten Wechsel darbietet.

3. Auch die Schwingungen einer Stimmgabel lassen sich objektiv darstellen. Man braucht dazu noch einen kleinen Reflektierspiegel. Oben an den einen Arm der Gabel klebt man ein kleines Stück einer Spiegelscheibe, auf der entsprechenden Stelle des anderen Armes ein gleich großes Stück gewöhnlichen Glases, um einen Ausgleich herzustellen. Dann läßt man die Gabel in einen schweren Bleifuß ein und bringt ein Stück Karton mit einem kleinen Loch in der Mitte an Stelle eines Bildes in die Laterne. Den Reflektierspiegel stellt man so auf, daß der Lichtstrahl, welcher von der Laterne aus auf das an der Stimmgabel befestigte Spiegelglas A fällt, von hier aus auf den Reflektierspiegel B und und von diesem wieder auf den Schirm C geworfen wird, wo er einen hellen Punkt bildet, welcher eingestellt werden muß. Streicht man jetzt mit einem Violinbogen an der Stimmgabel, so dehnt sich der Punkt zu einer hellen vertikalen Linie aus; gibt man aber dem Reflektierspiegel B in seinem vertikalen Gestell eine schwache Drehung, so zeigt sich bei abermaligem Streichen mit dem Bogen auf dem Schirm eine schöne transversale Welle C D, welche jede Schwingung der Stimmgabel deutlich wiedergibt.

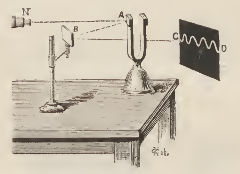


Fig. 118. Darstellung der Schallwellen.

Aus der Optik.

Darstellung der Lichtbrechung.

Ein recht hübscher und dabei einfacher Versuch, die Brechung eines Lichtstrahles darzustellen, ist folgender:

Man verschafft sich ein vierseitiges hohles Gefäß, dessen Vorderwand eine etwa 30 qcm große Glastafel bildet, und dessen Deckel weggenommen ist. Die Glastafel deckt man mit

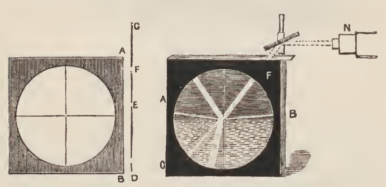


Fig. 119. Darstellung der Lichtbrechung.

Fig. 120. Lichtbrechung.

schwarzem Firnis so ab, daß, wie in beistehender Figur, noch ein kreisförmiges Stück freies Glas bleibt; durch den Mittelpunkt dieses letzteren zieht man eine horizontal und eine vertikal laufende Linie. Ferner verschafft man sich einen Streifen aus dünnem Zink oder Kupfer (C D), etwas breiter als das Gefäß und etwa drei Zoll länger, und schneidet in denselben zwei schlitzförmige Öffnungen 2 bis 3 mm lang und annähernd so

breit als der Streifen, und zwar so, daß, wenn der Streifen lotrecht zur Glastafel gehalten wird, der Schlitz E etwa 12 mm über die horizontale Linie kommt und der Schlitz F einen Winkel von 40° vom Mittelpunkt der Scheibe aus mit der horizontalen Linie bildet.

Man füllt das Gefäß genau bis an die horizontale Linie mit Wasser, welches durch Beimischung von etwas Milch oder Fluoresceinlösung getrübt worden ist, legt den Streifen über die Öffnung des Gefäßes mit den beiden Schlitzen nach der Laterne zu und bringt wie in Fig. 120 eine kleinen Reflektierspiegel darüber an. In die Bildbühne der Laterne schiebt man ein schwarzes Kartonblatt oder eine Metallplatte von passender Größe, durch deren Mittelpunkt ein horizontaler, 30 mm langer und 2 bis 3 mm breiter Schlitz geht, damit die ausfallenden Lichtstrahlen parallel laufen. Zuerst lasse man den Lichtstrahl durch den Schlitz E (Fig. 119) fallen, und bedecke den anderen bei F; der Strahl fällt auf die Oberfläche des Wassers, tritt darin ein und zieht sich durch die Flüssigkeit wie ein scharfes, helles Band. Inzwischen geht der Strahl unsichtbar durch die Luft über dem Wasser, denn die Luft vermag das Licht nicht zu zerstreuen. Eine geringe Menge von Tabaksrauch macht in diesem Gefäß die Spur des einfallenden Strahls sofort sichtbar. Fällt der Strahl durch den Schlitz F, also schräger ein, so wird seine Brechung an der gemeinschaftlichen Oberfläche von Luft und Wasser deutlich sichtbar, man sieht auch, daß hierbei der Strahl stärker gebrochen wird als vorhin. Richtet man den Spiegel so, daß der Strahl die Fläche senkrecht trifft, so wird er nicht gebrochen.

Die Strahlenbrechung an Linsen läßt sich am schönsten demonstrieren mit Hilfe einer weißen Fläche, einer Mattscheibe oder einer weiß gestrichenen Holzplatte, welche parallel zum Gang der Lichtstrahlen angeordnet wird, derart, daß diese ihre Spur darauf zurücklassen. Es kommen dabei linsenförmige Glaskörper zur Anwendung, die aus dicken Spiegelglasplatten geschnitten sind, und diese Glaskörper werden auf der weißen Fläche mit Hilfe einer Klemmschraube oder einer darüber greifenden Feder befestigt. In die Bühne des Apparates, der auf

paralleles Licht eingestellt wird, kommt eine Platte mit 3 oder 5 parallelen Spalten, so daß man 3 oder 5 parallele Strahlen bekommt, deren Brechung an den Glaskörpern sich nun vorzüglich beobachten läßt.

Totalreflexion.

Eine sehr hübsche Erscheinung bietet der folgende Versuch, der auf der Totalreflexion des Lichtes in einem Wasserstrahle beruht und die Erklärung farbiger Wasserstrahlen (Fontaines lumi neuses) gibt. Ein Blechzylinder von etwa 13 cm Weite und 30 cm Höhe ist an seinem unteren Ende mit zwei kurzen Ansätzen versehen, deren weiterer durch eine eingekittete ebene Glasplatte dauernd verschlossen ist, während

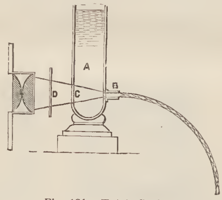


Fig. 121. Totalreflexion.

auf dem engeren eine abnehmbare mit ebener Glasplatte versehene Messingfassung sitzt. Man setzt den Zylinder, den man vorher mit Wasser füllt, so auf das Tischchen des Skioptikons, daß alles Licht auf die kleine Ausflußöffnung konzentriert wird. Nimmt man nun die Fassung ab, so strömt das Wasser in einem Strahle aus, an dessen Begrenzungsflächen das Licht eine totale Reflexion erfährt und so in dem Strahl festgebannt zu sein scheint. Durch Einsetzen farbiger Scheiben bei D wird die Wirkung variiert.

Spektralerscheinungen.

Um das Spektrum einer Substanz zu projizieren, muß diese erhitzt werden, bis ihr Dampf hell leuchtend ist. Die Hitze des elektrischen Flammenbogens ist für solche Zwecke die beste, weil in ihr jeder Stoff sich verflüchtigt. Das Gasgebläse, Sauerstoff und Wasserstoff im gewöhnlichen Kalklichtbrenner, reicht zur Projektion der charakteristischen Linien von Natrium, Calcium, Lithium, Barium, Strontium, Kalium und Kupfer aus, ist aber zum Schmelzen der meisten Metalle ungenügend. Man beginnt mit der Projektion des Spektrums. Zu diesem Zweck erzeugt man das Kalklicht wie für gewöhnliche Projektionen. Man setzt in die Bildbühne einen Spalt und ent-

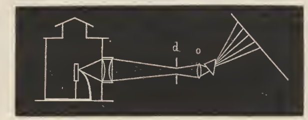


Fig. 122. Darstellung des Spektrums.

wirft mit dem Objektiv auf einem mehrere Meter entfernten Schirm ein scharfes Bild desselben. Nun stellt man nahe vor dem Fokus des Objektivs das Prisma auf. Damit die gebrochenen Strahlen darauf fallen, hat man den Schirm etwas nach der Seite zu schieben; die Entfernung vom Prisma muß jedoch dieselbe bleiben, wenn die Seiten des Spektrums nicht verschwommen erscheinen sollen. Ein etwas lichtstärkeres Spektrum erhält man, wenn man das Objektiv entfernt, den Schalt d im Fokus der Lichtstrahlen anbringt und durch eine bikonvexe Linse ein Bild des Spaltes erzeugt. Die Anordnung ist auf Figur 122 ersichtlich. Bei einer Entfernung von 6 Meter sollte das Spektrum ungefähr ½ bis 1 Meter lang sein, die Länge hängt aber von der Beschaffenheit des Prismas ab. Sie ist größer mit einem Schwefelkohlenstoffprisma als mit einem

aus gewöhnlichem Glas. Prismen von schwerem Flintglas (Faradayglas) liefern ebenfalls ein recht ausgedehntes Spektrum. Soll es noch länger werden, so stellt man zwei gleiche Prismen hintereinander auf.

Wenn ein sehr reines Spektrum projiziert werden soll, entfernt man alle Kondensoren und bringt den Spalt an deren Stelle; das Lichtbündel ist dann parallel. Die übrigen Verhältnisse bleiben dieselben. Das Licht ist aber viel schwächer.

Um nun das Spektrum der Elemente zu projizieren, entfernt man den Kalkzylinder und seinen Halter aus dem Brenner. Die Zunge der Flamme wird 15 bis 20 Zentimeter lang sein. Man hält einen Glasstab, z. B. einen großen Rührstab, in die Flamme, an dieselbe Stelle, wo der Kalkzylinder war. Das Glas wird hell erglühen und wenn das Prisma an der rechten Stelle sich befindet, wird auf der Wand die hellgelbe Natriumlinie erscheinen. Das Glas muß langsam gedreht werden und braucht eine Person, die es aufmerksam an dieselbe Stelle hält. Es sind besondere Natronglas-Stäbe für diesen Zweck gemacht worden, aber fast jedes Glas liefert das Spektrum.

Damit die Natriumflamme nicht den Effekt an der Wand zerstöre, setzt man einen Schirm von 25 Zentimeter im Quadrat mit einem Loch in der Mitte davor.

Ein anderes gutes Verfahren besteht darin, daß man Glasröhren von 6—10 mm Dicke und 20—30 cm Länge an dem einen Ende mit etwas vorstehendem Asbestpfropfen versieht und diese in gesättigte Auflösungen der Chloride der verschiedenen Elemente taucht. Die Chloride haben nämlich anderen Salzen gegenüber den Vorzug, daß sie sich leichter verflüchtigen. Besonders empfehlenswert sind Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlorlithium, Chlorbarium, Chlorstrantium, Chlorkalium, Chlorkupfer. Für die Darstellung des Natriumspektrums eignet sich auch sehr gut Bromnatrium. Die Lösungen bewahrt man in Reagenzgläsern oder engen Standzylindern von etwa 20 cm Höhe auf, durchbohrt die Korken, schiebt in die Durchbohrungen die Glasröhren und versieht die Zylinder und Glasröhren mit entsprechenden Etiketten, um Verwechselungen vorzubeugen.

Der mit der Lösung gesättigte Asbestpfropf wird ebenso wie vorhin der Glasstab in die Flamme gehalten. Beim Glühen gibt er die besonderen Linien des Elementes, das er enthält. Es ist gut, den Glasstab hin und wieder zu drehen.

Das Spektrum ist hell genug, um von einer größeren Zahl von Zuschauern gesehen zu werden. Viel vorteilhafter ist, wie schon bemerkt, für diese Versuche eine elektrische Lampe (Handregulator), deren Kohle man für diese Zwecke senkrecht stellt. Als obere Kohle benutzt man eine gewöhnliche Homogen-Kohle, als untere eine Dochtkohle, deren Docht man mit Hilfe eines kleinen Handbohrers entfernt und mit den Salzen gefüllt hat. Für das Natriumspektrum wählt man hier entwässertes Glaubersalz, für das des Calciums Kreide. Einige andere Kohlen versieht man mit einem passenden Stück Zink-, Kupfer- oder Messingdrahtes. Zieht man den Lichtbogen genügend weit auseinander, so erhält man die hellen Spektrallinien der betreffenden Substanzen allein auf dem Schirme, während bei geringer Entfernung der Kohlenstücke außer ihnen noch ein kontinuierliches Spektrum der glühenden Kohle sich zeigt. Beim Glaubersalz erhält man nur eine helle gelbe Linie; bei der Kreide treten insbesondere charakteristische Linien in grün und violett auf. Kupfer zeigt drei grüne und zwei gelbe, Zink eine rote und drei blau-violette, während Messing als Legierung von beiden auch die Linien beider Metalle gibt.

Fig. 123.

Mit der oben abgebildeten Revolvervorrichtung (Fig. 123) lassen sich die Versuche in rascher Folge hintereinander vorführen, wenn man sie statt der unteren Kohle in den Halter einsetzt. Zu beachten ist, daß man immer den positiven Pol der Elektrizitätsquelle mit der Kohle verbindet, welche die Substanz enthält.

Dunkle Linien.

Die dunkle Natriumlinie ist die einzige, die man projizieren kann; es ist nämlich sehr schwierig, die Dämpfe anderer Stoffe

so dicht zu machen, daß sie die kräftigen Strahlen des elektrischen oder Kalklichtes auslöschen. Es muß zunächst nach scharfer Einstellung des Spaltes ein reines Spektrum projiziert werden. Vor den Spalt stellt man einen Bunsen'schen Brenner oder eine Weingeistlampe, worüber man einen eisernen Löffel hält, in dem sich ein erbsengroßes Stückchen Natrium befindet. Das Natrium fängt Feuer und verbrennt mit gelber Flamme und weißem Dampfe, durch den das Licht aus der Laterne hindurchgehen muß. Wenn dieser Dampf dicht genug ist, löscht er die Strahlen des anderen Lichtes, welche die gleiche Brechbarkeit besitzen, aus, und da seine eigene Leuchtkraft unbedeutend ist, läßt er an der Stelle, wo beim

Fig. 124. Spalt.

früheren Versuch die gelbe Natriumlinie entstand, eine schwarze Linie sich bilden. Bei diesem Versuche darf kein direktes Licht von der Laterne oder der Natriumflamme auf den Schirm fallen, sondern dieses muß durch eine Papptafel abgehalten werden.

Darstellung des Regenbogens.

Die auf Glas gemalten Regenbogen lassen sich durch eine der Naturerscheinung näherkommende Vorrichtung in folgender Weise ersetzen. An die Stelle des Bildes in der Laterne kommt ein Blatt geschwärztes Kartonpapier oder ein dünnes Metallblättchen, in das ein bogenförmiger Streifen von ½ cm Breite geschnitten ist (Fig. 124). Dies wirft auf die Wand einen

Halbkreis von weißem Licht. Wenn man aber vor das Objektiv ein Glasprisma hält, nimmt der Halbkreis die natürlichen Farben des Regenbogens an; zugleich aber wird durch die Strahlenbrechung seine Lage durchaus verändert, und um ihn wieder auf die Wand zu bringen, müssen wir die Laterne aufrichten, wie Fig. 125 zeigt; oder wir drehen sie seitlich und halten das Prisma aufrecht, aber hierzu ist schon ein sehr breites Prisma erforderlich, am besten ein Schwefelkohlenstoffprisma. Mit zwei Laternen läßt sich ein prachtvoller Effekt hervorzaubern; mit der einen projiziert man eine Ansicht, etwa vom Niagarafall, und mit der anderen lassen wir den Regenbogen erscheinen.

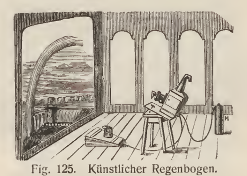


Fig. 125. Künstlicher Regenbogen.

Mischfarben.

Nach einer Angabe Tyndall's unterscheidet schon Chr. E. Wünsch (Leipzig 1792) sehr scharf zwischen der Mischung von Farbstoffen oder Pigmenten und Spektralfarben. Bei der Mischung von Farbstoffen erhält man, wie die spektrale Zerlegung zeigt, das Licht der nicht absorbierten sogenannten durchgelassenen Farben, z. B. bei Verwendung von Rot und Blau: Grün. Mischt man hingegen rote und blaue Lichtfarben, so erhält man weiß. Sehr effektvoll läßt sich dies nach Thomson mit Hilfe zweier elektrischer Laternen zur Darstellung bringen; man kann aber auch mit einer Laterne auskommen.

Vor die Kondensorlinse kommt ein Diaphragma mit zwei etwa 3 cm voneinander entfernten Öffnungen von zirka 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser. Vor jede Öffnung setzt man eine rote bezw. blaue Glasscheibe oder Gelatinefolie; auch gefärbte Flüssigkeiten in planparallelen Gläsern sind brauchbar. Dann hat man auf dem Schirm je einen blauen und roten Kreis. Hält man das blaue Glas vor das rote, so erscheint der Kreis auf dem Schirm grün. Setzt man nun das zweite Glas wieder vor die andere Öffnung und wirft mit einer großen Spiegelglasplatte (30/40 cm) — die Platte in einen Holzrahmen zu fassen, ist nicht zweckmäßig — das rote Licht auf den blauen Kreis,

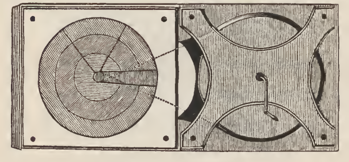


Fig. 126. Schwungmaschine.

so erscheint er weiß. Gelatinefolie bringt man zwischen dünne Deckglasplatten. Durch das häufige Anfassen wird die Oberfläche rauh oder feucht und die Farben auf dem Schirm erscheinen nicht rein. Der Versuch läßt sich auch so anstellen, daß man die beiden Gelatinefolien etwa 2 cm übereinanderschießen läßt und in dem Diaphragma drei Öffnungen anbringt, dann sieht man nach Einstellung des Objektivs drei Kreise und zwar den mittleren in der grünen Farbe des Pigmentgemisches. Das Licht des einen äußeren Lichtstrahles wirft man nun mit dem Spiegel auf den Kreis des anderen.

Bei Anwendung größerer Diaphragmen und entsprechender Entfernung des Schirmes vom Skioptikon läßt sich der Versuch noch wirkungsvoller gestalten. Allerdings würde die eben

beschriebene Anordnung einen Spiegel von beträchtlichen Dimensionen erfordern. Besser nimmt man hier zwei oder bei dem Diaphragma mit drei Öffnungen drei kleine Spiegel, mit denen man die Strahlenbündel auf einen mehrere Meter entfernten Schirm von Pauspapier wirft. Vorteilhaft ist es, die drei Öffnungen im Diaphragma nicht in gerader Linie anzuordnen, sondern so, daß die mittlere etwas über oder unter den beiden andern liegt. Man gewinnt hierdurch den Vorteil, daß der Auffangsschirm nicht so groß zu sein braucht.

Fig. 127. Chromodrom.

Die Mischung von Farben läßt sich auch in einfacher Weise mit Hilfe der in Fig. 126 abgebildeten kleinen, für das Skioptikon hergerichteten Schwungmaschine bewerkstelligen. Auf diese kann man verschiedene Farbentafeln aufsetzen, welche durch Anordnung farbiger Gelatinefolien zwischen zwei Glasplatten hergestellt werden. Nimmt man 7 nebeneinanderliegende Sektoren, die in Farbe und Ausdehnung den 7 Spektralfarben entsprechen, so erscheint die Scheibe bei der Rotation weiß. Ein roter, ein grüner und ein violetter Sektor geben ebenfalls als Mischfarbe weiß. Grün und violett gibt blau. Vorteilhaft ist hier eine Anordnung, wie sie Fig. 127

zeigt (Prof. Rood). Die Ausschnitte G G G G sind grün und V V V V violett, die schattierten Teile sind schwarz. Wenn die Scheibe rasch gedreht wird, erscheint außen ein grüner Ring bis an die Stelle, wo die violetten Ausschnitte anfangen. Dort, wo grün und violett sich decken, erscheint ein blauer Ring und in der Mitte, wo das Grün aufhört, ein violetter Kreis.

Ersetzt man die violetten Ausschnitte durch rote, so hat man statt des blauen Ringes einen gelben.

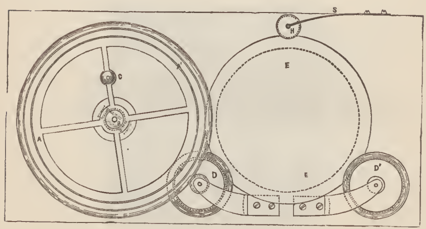


Fig. 128. Das Chromodrom.

Wechseln blaue und gelbe Ausschnitte miteinander ab, so erhält man weiß.

Um die geringe Beeinträchtigung, die das Gesichtsfeld durch die Schnur erleidet, zu vermeiden, ist ein Instrument konstruiert worden, das den Namen Chromodrom erhalten hat und dessen Einrichtung aus Fig. 128 ersichtlich ist. Das große Rad A A, ist aus Messing und kann durch den Griff bei C gedreht werden. An seinem Umfange hat es eine tiefe Rinne, in die ein Kautschukring eingelassen ist. Durch Ruckung setzt sich das Rad D in rasche Bewegung. Die Glasplatte E E wird

von diesem Rade, sowie von D, getragen und durch das am Ende der Feder S befestigte Rad H gehalten. Alle diese Räder sind mit Kautschukstreifen überzogen.

Kontrastfarben.

Unter Kontrast versteht man die Einwirkung von nebeneinanderstehenden Farben und Helligkeiten aufeinander. Er beruht auf der Ermüdung einzelner Teile der Netzhaut. Auf eine Glasplatte 9/12 klebt man eine schwarze Papiermaske mit rundem Ausschnitt und fertigt eine zweite Glasplatte mit demselben Ausschnitt an, dessen eine Hälfte man mit Tinte dunkel färbt. Man kann auch eine Bromsilbergelatineplatte zur Hälfte belichten, dann zu genügender Dunkelheit entwickeln und als zweite Platte benutzen. Legt man nun beide Platten aufeinander, setzt sie in die Bildbühne des Apparates,

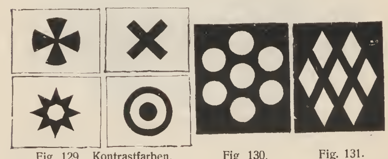


Fig. 129. Kontrastfarben. Fig 130. Fig. 131.

fixiert extra eine halbe Minute die Mitte der Fläche und entfernt die zweite Platte schnell, so sieht man jetzt die vorher dunklere Hälfte des Schirmes heller als die andere. Nimmt man statt der zweiten Platte eine solche, die in der Mitte einen roten Kreis aus Gelatinefolie hat, so wird der rote Kreis nach dem Wegziehen der Platte grün erscheinen (Komplementärfarbe). Setzt man in die Bildbühne eine farbige (rote) Glasplatte, stellt vor den Schirm einen Stab, so erscheint der Schatten, wenn das Zimmer durch eine Kerze oder

Leuchtgasflamme erhellt wird, in der Komplementärfarbe (grün).

Noch schöner lassen sich die Kontrastfarben mit zwei Laternen zeigen. In die eine gibt man eine der in Fig. 129 dargestellten Figuren, Stücke farbigen Glases, auf die ein schwarzer Ausschnitt geklebt ist. (Die Figur muß etwa $^1/_6$ der ganzen Fläche einnehmen.) Auf der Wand haben wir jetzt eine schwarze Figur auf farbigem Grunde. Dreht man nun das Licht der zweiten Laterne ein wenig auf (nicht zu viel), so nimmt die schwarze Figur unverzüglich die Komplementärfarbe des farbigen Glases an. Bei diesem Versuch hängt viel von dem Helligkeitsgrade der zweiten Laterne ab, den man vor der Vorstellung erst erproben möge!

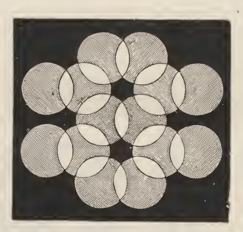


Fig. 132. Komplementärfarben.

Ein anderer schöner Versuch ist der folgende. Aus einem Blatt starken Kartonpapiers schneide man Figuren nach Art der unten abgebildeten aus. Eine solche Figur hält man vor die weiße Wand und läßt das Licht der einen Laterne durch eine farbige Gelatinefolie oder Glastafel, die in der Laterne steht, hindurchfallen. Es entstehen auf der Wand eine Anzahl farbiger Kreise oder Vierecke auf schwarzem Grund. Nun wirft man mit der zweiten Laterne Licht in derselben Richtung. Auf

der Wand entsteht hierdurch ein doppelter Schatten der Figur. Wenn die Färbung des Lichtes grün war, erhält man grüne und rote Kreise. Die Komplementärfarbe zeigt sich auf diese Weise so lebhaft, daß man kaum unterscheiden kann, welches die wirkliche und welches die Komplimentärfarbe ist.

Wenn man in die eine Laterne ein Glasphotogramm steckt, das mit roter Gelatinefolie bedeckt ist, und aus der zweiten weißes Licht auf die Wand fallen läßt, erscheint das Bild mit grüner Farbe auf rotem Grunde; mit gelber Folie kommt es blau auf gelbem Grunde. Die Ansicht der Glasphotogramme wird überhaupt sehr verschönt dadurch, daß man aus einer andern Lampe ganz schwaches blaues Licht auf die Laterne fallen läßt. Hierzu ist keine Laterne erforderlich, nur eine im Zimmer brennende Lampe mit einem tiefblauen Schirm.

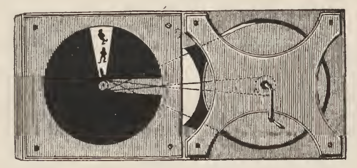


Fig. 133. Stroboskop.

Farbige Gelatinefolien eignen sich für alle diese Versuche besser als farbiges Glas, da letzteres meistens nicht genug Licht durchläßt.

Eigentümliche Farbenmischungen und das Übergehen einer Farbe in die andere erhält man durch eine Vorrichtung nach Art der stroboskopischen Scheibe, nämlich zwei kreisrunde Scheiben, die eine von Glas, die andere von Blech, die vermittelst zweier über ein Drehrad gespannter Schnüre in entgegengesetzter Richtung sich drehen lassen. Die Glasscheibe ist mit drei verschiedenen Farben bemalt, und aus der Blechscheibe

ist ein schmaler Spalt ausgeschnitten, wie aus der Zeichnung ersichtlich.

Legt man hierauf noch eine dritte nicht drehbare Glasscheibe, auf die eine Figur, z. B. ein Chamäleon gemalt ist, so verändert diese während des Drehens des Rades fortwährend ihre Farbe.

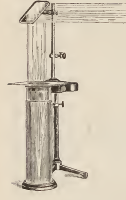
Mit derselben Vorrichtung lassen sich auch wirklich stroboskopische Bilder, z. B. schwimmende Fische, aus einer Flasche springende Teufel, Schlittschuhläufer usw. vorzeigen.

Fluoreszenz-Erscheinungen.

Nur blaue, violette oder ultraviolette Strahlen sind fähig, diese Erscheinung hervorzurufen; man erhält sie, indem man Lichtstrahlen (Sonne, elektrisches, Magnesium- oder Kalklicht) durch blaues oder violettes Glas, oder durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak gehen läßt; oder besser noch, indem man ein reines Spektrum erzeugt. Die besten Wirkungen erzielt man mit einem Quarzprisma.

Folgende Substanzen zeigen besonders schöne Fluoreszenz. Von festen Körpern sind es das Uranglas, wie es vielfach zu Geißler'schen Röhren Verwendung findet, und Bariumplatincyanur, eine Substanz, die zur Herstellung der Röntgenschirme dient. Intensiv rot fluoresziert ein Chlorophyll-Auszug von grünen Efeublättern oder Pfefferminztee, wenn man als Extraktionsflüssigkeit Äther nimmt. Grüne Fluoreszenz geben Auszüge von Curcuma, Stechapfelsamen, Nachtschatten, Brasilienholz, sehr verdünnte Lösungen von Fluorescein. Blaue Petroleum, Chininlösungen und ein Auszug der Rinde der Roßkastanie. Hier genügt es schon, einige kleine Rindenstücke etwa 10 Minuten in einem Liter kalten Wassers ausziehen zu lassen. Die Chininlösung bereitet man, indem man etwas schwefelsaures Chinin mit Wasser öfters umschüttelt und dann mit etwas Weinsteinsäure versetzt. Die Fluoreszenz

zeigt sich schon, wenn man die Lösungen in Literkolben bringt und letztere in den schmalsten Teil des Lichtkegels der Laterne hält. Schiebt man nun in die Bildbühne farbige Gelatinefolien, so ergibt sich, daß bei rotem Licht die Fluoreszenz vollständig verschwindet. Sehr hübsch lassen sich diese Erscheinungen zeigen, wenn man nach Entfernung des Projektionskopfes und der vorderen Kondensorlinse ein paralleles Strahlenbündel aus der Laterne austreten läßt und dieses mit Hilfe eines unter 45° gegen die optische Achse geneigten Spiegels in ein auf dem Tische stehendes größeres Becherglas, das mit der fluoreszierenden Flüssigkeit gefüllt ist, fallen läßt (Fig. 134). Setzt man nun zwischen Spiegel und Flüssigkeit eine Linse von 8—10 cm Durchmesser, so erscheint in der Flüssigkeit ein schön gefärbter Lichtkegel. Verwendet man hierbei eine Mischung der Fluoreceinlösung und den Auszug der Roßkastanienrinde, so erkennt man bei genauer Betrachtung, daß die Spitze des blauen Lichtkegels höher liegt. Die blauen Lichtstrahlen haben eine kürzere Wellenlänge und werden deshalb stärker gebrochen.



Fgi. 134.

Interferenz-Erscheinungen.

Farben dünner Schichten. Man stelle eine kleine flache Schale von etwa 20 zu 30 cm auf den Tisch, erhöhe sie, wenn nötig, mit einem hölzernen Untersatz und fülle sie ungefähr $1\frac{1}{2}$ cm hoch mit Wasser, das mit Tinte schwarz gefärbt ist. Bei Projektion mit Kalk- oder Bogenlicht richte man den hinteren Teil der Laterne in die Höhe, so daß der parallele Lichtstrahl vom Laternenansatz, aus dem das Objektiv entfernt ist, auf das Wasser auffällt und nach dem Schirm reflektiert

wird. Bei Projektion mit einem Gasbrenner aber muß man einen Reflektor anwenden, um den Lichtstrahl nach abwärts zu leiten; Kalklicht eignet sich indes besser zu diesem Experiment. Nachdem alles vorbereitet ist, tauche man das Ende eines zugespitzten Stabes in eine Flasche mit Terpentingeist und lasse einen einzelnen Tropfen auf das Wasser fallen. Dieser breitet sich sofort aus und das an den Schirm reflektierte Licht erscheint in den prachtvollsten Farben.

Seifenschichten. Die wirkungsvollsten und überraschendsten Versuche lassen sich mit Seifenschichten anstellen. Hierfür ist eine gute Lösung Erfordernis und glauben wir die folgenden Vorschriften empfehlen zu können. Man löse 30 Gramm ölsaures Natron zu dünnen Scheiben geschnitten in einem Liter destilliertem, ziemlich heißem Wasser auf. Man vermische die Lösung mit 900 ccm reinem Glyzerin, schüttle einige Minuten lang heftig um und wiederhole es mehrmals mit einigen Stunden Zwischenraum; dann läßt man das ganze einige Tage lang stehen und filtriert hierauf klar. Dieses Rezept ist aber nur für warmes Wetter berechnet; für kaltes Wetter muß die Bereitung etwas anders sein. Man nehme mindestens die oben angegebene Quantität und nachdem man sie ziemlich warm gemacht, setze man etwa 15 Gramm Scheiben von Kastilianischer oder Marseilleser Seife zu, die sich in der warmen Lösung gänzlich auflöst. Man erwärme sie in passenden Zwischenräumen mehrere Tage lang auf dem Ofen oder sonstwie, indem man sie dazwischen umschüttelt und sich setzen läßt. Schließlich lasse man sie ganz abkühlen und filtriere dann bei etwa 10° C. durch schwedisches Papier in verkorkbare Flaschen, wobei jeder Niederschlag zurückbleibt und die Lösung klar wird. Bei sehr kaltem Wetter aber, oder nach Verlauf geraumer Zeit kann die Mischung unbrauchbar werden; dann muß entweder der Niederschlag durch Filtrieren entfernt, oder (was auch sonst gut ist) die Lösung vor dem Gebrauche erwärmt werden, ebenso die Schüssel und andere Apparate. In einer kalten Lösung hält sich also nicht annähernd so viel Seife aufgelöst, als in einer mäßig erwärmten. Durch Zusatz von Seife wird die Schicht dauerhafter gemacht,

als dies bei reinem ölsaurem Natron möglich ist. Zusatz von etwas Gelatine bewirkt dasselbe, nur zersetzt sich letztere leicht nach einiger Zeit.

Nun mache man sich einige Ringe aus Eisendraht von 6 cm Durchmesser und einige etwas größere von etwa 8 cm Durchmesser; die letzteren stecke man in einen hölzernen Fuß. Hat man die Ringe gelötet, so poliere man sie und tauche sie dann in geschmolzenes Paraffin, oder erwärme sie und reibe sie damit ein; dadurch wird später das Zerreißen der Schichten verhindert. Nun klemme man einen von den Ringen in das Gestell ein, so daß der Ring oberhalb des Stieles steht, und bringe die Fläche des Ringes in genau senkrechte Stellung und in die gleiche Höhe mit dem Laternenansatz. Die Laterne stellt man parallel mit dem Schirm, dann taucht man den Ring in die Lösung, daß er mit einer Schicht überzogen wird, und stellt ihn in einem Winkel von 45 Grad so auf, daß sich das ganze Licht auf seiner Fläche konzentriert und von da auf den Schirm reflektiert wird. Man drehe den Ringständer so lange hin und her, bis das reflektierte Licht in der Mitte des Schirmes steht und stelle dann die Fokuslinse so auf, daß ein Bild zum Vorschein kommt. Es ist ein prächtiges Bild, das man sieht; Streifen auf Streifen der schönsten Interferenzfarben steigen in der ovalen Lichtfläche in die Höhe, während sich jede Bewegung der Schicht, vom leisesten Luftzuge veranlaßt, in überraschender Weise abbildet. So einfach dieses Experiment ist, so kann es doch kein schöneres geben; die Schicht einer guten Lösung hält sich sehr lange.

Ein anderer schöner Versuch läßt sich mit einer Schicht Wasser anstellen. Man schwärze ein Stück Glas auf der Rückseite, reibe dessen Oberfläche mit Seife ein und wische sie mit einem Stück Chamoisleder ab. Das Glas befestigt man in dem Ringständer, bringt es, wie die Seifenschicht vorhin, in einen Winkel von 45 Grad und stellt ein; man halte es aber kühl durch Unterstellen eines Gläschens, das mit Alaunlösung gefüllt ist, sonst gelingt das Experiment nicht, da es auf der Ansammlung des Hauches auf der kalten Oberfläche be-

ruht. Dann blase man auf die Mitte desselben durch einen Gummischlauch von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser. Sobald sich der Hauch am Glase festsetzt, zeigen sich auf dem Schirm kreisrunde Ringe und verändern sich allmählich wie der Hauch verdampft.

Zum Kühlhalten des Glases ist wohl besser eine Glasküvette geeigneter, die sich in folgender Weise herstellen läßt. Auf die geschwärzte Glasplatte legt man einen hufeisenförmig gebogenen Gummischlauch, darauf eine zweite Glasplatte von gleicher Größe und klemmt beide Platten mit zwei Kopierklammern fest. In diese Küvette gibt man Alaunlösung, der man, falls man die Platte nicht schwarz färben will, etwas Tinte zusetzt.

Schließlich wollen wir noch einen Versuch mit einer Schicht Luft angeben. Man nehme zwei Spiegelglasplatten von etwa 7 cm im Quadrat und schleife deren scharfe Ecken ab. Dann reinige man gut und presse vorsichtig mit mäßigem Drucke flach zusammen. Es zeigen sich alsbald schöne Farbenerscheinungen. Wenn sie befriedigend sind, schraube man eine untere Ecke der Doppelplatte in den Ringständer und klemme die anderen drei Ecken mit Holzklammern zusammen. Man stelle ein wie vorhin und es wird sich alles auf dem Schirm abbilden. Man kann die Platten an verschiedenen Stellen fester zusammenpressen, wenn auch nur mit Zeigefinger und Daumen, und die Änderung und Bewegung der Farben beweist, daß die eigentliche Farbenerscheinung ganz von der Stärke der betreffenden Schicht abhängig ist.

Polarisation.

Ein Lichtstrahl wird polarisiert, wenn er so auf eine Glasoberfläche fällt, daß er einen Winkel von 50 Grad mit dem Lot auf der Glasplatte bildet.

Das polarisierte Licht eignet sich zur Vorführung einer

großen Anzahl interessanter Versuche, von denen wir weiter unten die wichtigsten anführen wollen.

Da die Lichtstrahlen, um gut polarisiert zu werden, als paralleles Bündel auf die Glasplatte auftreffen müssen, ist die Benutzung des von Dr. Berghoff angegebenen Konusansatzes mit eingesetzter Konkavlinse, welche die konvergenten Strahlen parallel macht, recht zweckmäßig. Man erhält damit ein Bündel von etwa 6 cm Durchmesser. Die Anwendung einer einfachen Glasplatte zur Polarisation bringt den Nachteil mit sich, daß die Strahlen eine Ablenkung erfahren und daß man für diese Versuche den Projektionsapparat in einem Winkel zum

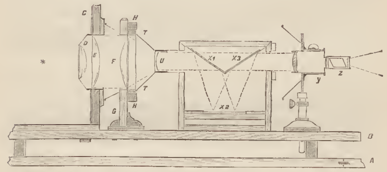


Fig. 135. Anordnung für Versuche im parallelen polarisierten Lichte.

Schirme aufstellen muß. Dieser Übelstand wird vermieden durch eine Anordnung, die in Fig. 135 schematisch dargestellt ist. D E F sind die Linsen des dreifachen Kondensors, U die Konkavlinse des Konusansatzes T, wodurch die Strahlen parallel gemacht werden. Das Strahlenbündel trifft nun zunächst gegen einen Silberspiegel x_1, der es gegen einen zweiten Silberspiegel x_2 wirft, und dieser leitet die Strahlen gegen den schwarzem Spiegel x_3. Die Spiegel sind in solchen Winkeln zueinander angeordnet, daß die Strahlen unter dem Polarisationswinkel auf den schwarzen Spiegel treffen und daß sie ferner nach Austritt aus dem Kasten wieder die alte Richtung haben.

Zur Vorführung von Polarisationsversuchen gehören nun

noch einige Instrumente und zwar für die Versuche in parallelem Licht ein geeignetes Objektiv zur Projektion der Präparate sowie eine zweite Polarisationsvorrichtung, welche als „Analysator" bezeichnet wird. Als solcher dient am besten ein Nicol'sches Prisma. In Figur 135 ist das Objektiv mit y bezeichnet, der Nicol mit z. Letzter ist in ein Messingrohr gefaßt und derart auf das Objektiv gesetzt, daß man ihn leicht drehen kann.

Versuche mit dem Polariskop. 1. Man bringe das Nicol'sche Prisma vor das Objektiv und stelle so ein, daß alles Licht hindurchgeht. Wenn man jetzt das Prisma dreht (Strahl als Achse dienend), so wird allmählich das Licht auf der Wand abnehmen und sich fast oder gänzlich verlieren. Dreht man weiter, so kommt das Licht wieder und erhält seine höchste Intensität, wenn man das Prisma um 90 Grad von dem Punkt an, wo das Licht erlosch, gedreht hat.

2. Man drehe das Prisma so, daß kein Licht auf die Wand fällt. Nun schiebe man zwischen Polariskop und Objektiv ein dünnes klares Glimmerplättchen ein; das Licht erscheint dann wieder auf dem Schirm. Wenn das Glimmerplättchen nicht mehr als ½ Millimeter dick oder noch dünner ist, wird das Licht schön blau, rot oder grün. Dreht man das Glimmerplättchen in seiner eigenen Ebene, so treten diese Farben nacheinander hervor; ebenso wenn man die Glimmerplatte in ihrer Lage beläßt und das Prisma dreht.

3. In gleicher Weise werden dünne Selenitplättchen vorgezeigt. Die verschiedenen Dicken geben andere Farben, die oft sehr schön sind.

4. Figuren in Glimmerplättchen. — Man nehme eine klare dünne Glimmerplatte von 8 Zentimeter Durchmesser, halte sie in das polarisierte Licht, um zu sehen, ob sie lebhafte Farben liefert, was sie jedenfalls tut, wenn sie dünn genug, d. h. nicht dicker als ½ Millimeter ist. Wenn das Plättchen ganz gleichmäßig dick ist, wird die Farbe auf der Wand ebenfalls eine gleichmäßige sein. Nun zeichnet man mit Bleistift die Umrisse

einer Figur, z. B. eines sechsstrahligen Sternes, auf die Platte, und schneidet diesen Linien entlang mit einem scharfen Messer etwa ein Viertel der Dicke des Glimmerplättchens ein. Mit einer Nadel spaltet man die außerhalb des Figurenumrisses stehende Fläche, soweit wie das Messer eingedrungen ist, ab, so daß man ein etwas erhabenes Bild oder Figur erhält. Wenn man diese Platte jetzt im polarisierten Lichte betrachtet, wird die Figur eine andere Farbe zeigen als der Grund. Figuren aller Art lassen sich auf diese Weise herstellen.

Aus Selenit geschnittene Figuren sind viel schöner, aber dies Material ist sehr schwer zu bearbeiten, und man tut besser, solche Sachen zu kaufen. Hübsche Figuren von Schmetterlingen, Vögeln, Blumen und Früchten findet man im Handel.

5. Schnell gekühlte Glasstücke von regelmäßiger Form, Vierecke, Dreiecke, Kreise, von ungefähr 8 Millimeter Dicke, 25 bis 50 Millimeter Durchmesser bilden recht hübsche Objekte für das Polariskop. Stücke von dickem Glas, Scherben von Glasgefäßen und Glasstöpsel zeigen oft das Doppelbrechungsvermögen. Zwei schnell gekühlte Glasplatten von viereckiger Form kreuzweise gestellt, geben im polarisierten Licht schöne regenbogenfarbige Fransen.

6. Um darzutun, wie die Doppelbrechung im Glas sich entwickelt, nehme man ein Stück dickes ebenes Glas und stelle es mit der Kante auf ein zur Rotglühhitze gebrachtes Stück Eisen; dies projiziert man im poralisierten Strahl, mit dem Prisma an der gewöhnlichen Stelle. Sowie das Glas sich erwärmt, entwickeln sich Farben auf der Wand in symmetrischen, der Form des Glasstückes entsprechenden Formen.

7. Ein Glasstab, 12 Millimeter dick, 25 Millimeter breit und 15 bis 20 Zentimeter lang, wird zwischen Linse und Prisma gehalten und mit den Fingern ein wenig gebogen. Durch dieses Biegen entsteht Doppelbrechung, die sich durch helle oder dunkle Streifen oder Farben zu erkennen gibt. —

Versuche im konvergenten polarisierten Licht. Kristallplatten, welche in einem bestimmten Winkel zur optischen

Achse geschliffen sind, geben im konvergenten polarisierten Licht die bekannten, eigenartigen, verschiedenfarbigen Ringe

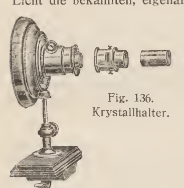


Fig. 136.
Krystallhalter.

und Kurven. Diese Erscheinungen können durch eine kleine Abänderung der oben beschriebenen Versuchsordnung zur Darstellung gebracht werden. Es gehört dazu ein Kristallhalter, er besteht aus einer Rohrfassung, welche mit einer Bühne versehen ist; eine federnde Klemmvorrichtung mit 2 oben und unten angebrachten Griffknöpfen hält die eingesteckte Kristallplatte darin fest. Der Halter paßt auf den Ansatz des Objektivs und hat selbst vorn einen eben solchen Ansatz, worauf das Nicol'sche Prisma gesteckt werden kann. Fig. 136 zeigt den Objektivträger mit eingeschraubtem Objektiv in der Mitte den Kristallhalter und vorne das Nicol'sche Prisma. Das Objektiv wird bei dieser Anordnung als Hilfskondensor zur Erzielung eines konvergenten Strahlenbündels.

8. Ein kleiner Kristall von Doppel-Spat, dessen scharfe Kanten abgeschliffen und poliert wurden, so daß er eine Fläche von 8 Millimeter Quadrat darbietet, liefert im poralisierten Licht schöne Ringe und Streifen. Man drehe erst den Spat, dann das Prisma um seine Axe und beobachte das Erscheinen und Verschwinden der hellen und dunkeln Bänder. Bei einer Entfernung von 5 Metern vom Prisma müssen die äußeren Ringe ungefähr 1 Meter Durchmesser haben.

9. Ein Kristall von Kandiszucker mit parallelen Flächen, nicht mehr als 2 Millimeter dick, liefert ein anderes System von Bändern. Die Projektion geschieht in derselben Weise wie oben.

10. Ein Quarzkristall im rechten Winkel zu seiner Achse durchschnitten, in derselben projiziert, erzeugt Farben auf der Wand, die wechseln, wenn man das Prisma dreht. Wenn er

sich ganz nahe am Prisma befindet, erscheint ein System konzentrischer Kreise um ein gleichmäßig gefärbtes Feld im Zentrum.

Brillengläser aus Quarz liefern bei der Projektion mit polarisiertem Licht brillante Farben. Auf diese Weise kann man untersuchen, ob sie echt sind.

11. Außer den bisher erwähnten, sogenannten einachsigen Kristallen gibt es eine Menge von zweiachsigen Kristallen, die, anstatt eines lichten Kreises im Zentrum, deren zwei zeigen. Die Projektion dieser ist nicht leicht wegen der Größe der Winkel, worunter sie sichtbar werden. Einige Kristalle von Kalisalpeter ermöglichen es, beide Achsen zugleich auf die Wand zu bringen, in der Weise, wie man den Kalkspat projiziert. Ein

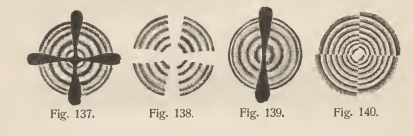


Fig. 137. Fig. 138. Fig. 139. Fig. 140.

solcher Kristall muß etwa 5 Millimeter im Durchmesser und 1 Millimeter dick sein. Derartige Kristalle werden meist in einen Korkring gefaßt. Neigt man die Ebene des Kristalles so, daß er nicht mehr im rechten Winkel zur Achse des Prismas sich befindet, so entstehen unregelmäßige Figuren.

12. Manche kleine Kristallisationen, wie man sie im Mikroskop anwendet, bilden hübsche Objekte für das Polariskop. Man kann die Kristalle im voraus oder aber während des Vorzeigens präparieren. Man braucht nur zwischen die Glasplatte, auf der sich der Tropfen befindet, und das Prisma eine Linse von kurzer Brennweite einzuschalten, die als Vergrößerungsglas dient. Der erwähnte Tropfen ist eine konzentrierte Auflösung einer der unten benannten Substanzen im Wasser. Der Glasstreifen mit der Lösung, die Vergrößerungslinse und

das Nicol'sche Prisma werden zusammen in die Nähe des Brennpunktes des Kondensors gebracht.

Auflösungen folgender Substanzen liefern schöne Objekte für das polarisierte Licht.

Alaun,	Pikrinsäure,
Blutlaugensalz,	Salizin,
Borax,	Salpetersaures Kupferoxyd,
Chlorbaryum,	Salpetersaures Kali,
Chlorkupferammonium,	Salpetersaures Wismutoxyd,
Chlornatrium,	Schwefelsaures Eisenoxydul,
Chlorsaures Kali,	Schwefelsaures Kupferoxyd,
Zitronensäure,	Schwefelsaure Kupferoxyd-Magnesia,
Harnstoff,	Schwefelsaures Natron,
Kohlensaurer Kalk,	Schwefelsaures Zinkoxyd,
Kohlensaures Natron,	Weinsteinsäure,
Oxalsäure,	Zucker.
Oxalsaures Ammon,	
Oxalsaurer Kalk,	

Nach Davies präpariert man die Glasstreifen in folgender Weise: man bringt einen Tropfen fast gesättigter Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd und schwefelsaurer Magnesia darauf und erwärmt das Glas, bis die Salze in ihrem Kristallwasser schmelzen; es bleibt eine amorphe Masse auf dem warmen Glas zurück. Dies läßt man liegen, bis es kalt geworden. Allmählich zieht es Feuchtigkeit aus der Luft an, und es beginnen Kristalle anzuschießen. In diesem Zustand bringt man das Glas in den Apparat. Wenn man die Masse an verschiedenen Stellen mit einer feinen Nadel berührt, werden dort die Kristalle hervortreten.

In derselben Weise verfährt man mit Salizin. Dies liefert sehr interessante Objekte. Man bereitet eine gesättigte Auflösung von Salizin in destilliertem Wasser und bringt einen Tropfen hiervon auf die gut gereinigte Glasplatte. Dann trocknet man über einer Lampe, bis eine amorphe Masse sich gebildet hat. Beim Kaltwerden bilden sich eine Anzahl runder Kristalle mit strahlenartigen Verbindungen. Diese Kristalle werden größer und regelmäßiger, wenn man durch Berühren

der Masse mit einer feinen Nadel die Ausgangspunkte der Kristallisation bestimmt.

Man vergrößere die Objekte soweit, daß die Kristalle auf der Wand 50 Zentimeter Durchmesser bekommen; das Nicol'sche Prisma zeigt jeden mit 4 Armen, die um den Mittelpunkt des Kristalls rotieren, wenn man das Prisma dreht, während die strahlenförmigen Kristalle in Gestalt von roten, gelben oder purpurfarbenen Bürsten über die Wand gehen.

Wenn man zwischen dem Polarisator und der Glasplatte ein Stück durchsichtigen Glimmers oder ein dünnes Selenitplättchen einschaltet, erhält man ein farbiges Feld als Hintergrund, wodurch kleine Kristalle wie von Oxalsäure und chlorsaurem Kali mehr zur Geltung kommen.

Fischschuppen, Menschenhaar, Staubfäden von Blumen (z. B. Geranium), Stärkekörner geben gleichfalls hübsche Objekte für das polarisierte Licht ab.

Doppelbrechung durch Druck oder Wärme.

Die meisten organischen Stoffe sind nicht an allen Stellen in gleicher Weise elastisch und zeigen deshalb, vorausgesetzt, daß sie durchsichtig genug sind, doppelte Lichtbrechung, wenn sie im Polariskop projiziert werden. So läßt sich diese Erscheinung mit ganz dünnen Hornscheiben, Knochen, Fischschuppen oder auch mit einer Federspule vorführen. Dieselbe Wirkung wird demnach erreicht, wenn man Substanzen, die für gwöhnlich von überall gleicher Elastizität sind, ungleichmäßigem Druck unterwirft. So ist z. B. geschmolzenes Glas nach allen Richtungen hin gleich elastisch und zeigt keinerlei Farbenerscheinungen; will man nun aber an ihm die Doppelbrechung zeigen, so braucht man nur die Elastizität desselben ungleichmäßig zu machen.

Fig. 141 und 142 stellen zwei Messingrahmen dar in der Größe des Bildhalters, oben mit einer vierkantigen Hand-

schraube, die sich mit einem T-geformten Schlüssel regulieren läßt. Beim Zuschrauben wird in dem Rahmen links der Druck auf die Glasplatte von oben nach unten, aber nur auf die Mitte derselben ausgeübt, indem sich die Platte auf das der Schraube gegenüberliegende konvexe Stück A preßt, und oben ebenfalls durch ein konvexes Metallstück C gegen die Schraube gestützt ist. Schon beim gelindesten Druck von seiten der Schraube zeigt sich an der Wand Doppelbrechung in Gestalt farbiger Streifen, die um so prächtiger werden, je stärker der Druck ist.

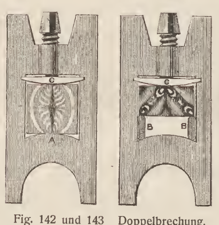


Fig. 142 und 143 Doppelbrechung.

Wenn man jetzt das Objektiv im Tubus etwas lose schraubt, so daß der Rahmen mit der Glasplatte in einem Winkel von 45 Grad zu den Linsenflächen des Polarisators und Prismas gestellt werden kann, so ist die Wirkung eine ganz andere, aber ebenso schöne. Setzt man zwei Metallstücke B B in die Ecken des Rahmens ein, wie in dem Rahmen in Fig. 142 und preßt mit der Schraube eine rechteckige Glasplatte gegen diese, so zeigen sich an der Wand wiederum anders geformte Streifen.

Sehr gut für das polarisierte Licht eignen sich noch folgende Gegenstände. Eine Glasküvette in der Größe eines Laternbildes wird mit klarer kalter Gallerte gefüllt und an einer

Seite offen gelassen. Durch diese Öffnung schiebt man einen rechtwinkliger Kolben und preßt die Gallerte zusammen. Ein dünner durchsichtiger Kautschukstreifen, wenn er mit den Händen ausgedehnt wird.

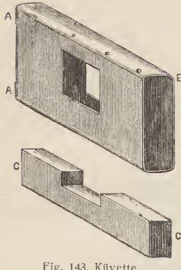


Fig. 143. Küvette.

Wenn nichts von beiden zur Hand ist, kann Gelatine einige Stunden lang in kaltem Wasser geweicht und zusammen mit Glyzerin im Gewichte von etwa $^2/_3$ der Gelatine geschmolzen, dann auf einen eingefetteten glatten Stein oder eiserne Platte zum Abkühlen gegossen werden. Wenn man von dieser Masse ein rechteckiges Stück in den Apparat bringt und es ausdehnt, zeigen sich sehr schöne farbige Figuren. Das Experiment muß aber schnell abgewickelt werden, damit die Gallerte durch die Wärme der Laterne nicht schmilzt.

Da sich Glas unter dem Einfluß von Wärme ausdehnt, zeigt es unter solchen Umständen ebenfalls Doppelbrechung im polarisierten Licht. Man fertigt eine Küvette aus Eisenblech, wie A E in Figur 143, die auf beiden Seiten eine viereckige Öffnung von 30 Millimeter im Quadrat besitzt, während das Parallelogramm nicht größer als 10×6 Zentimeter sein darf, damit es sich bequem in den Bildträger einschieben läßt. An der einen Seite bei A A biegt man von oben nach unten etwas Eisenblech um, damit hierdurch die Anbringung der Vorrichtung erleichtert wird. Dann schneide man ein Stück Holz wie C C, so geformt und so groß, daß eine von den oben beschriebenen starken Glasplatten sich in die Auskerbung fest einklemmen läßt, und daß beim Einschieben dieses Holzes in die Küvette nach dem federnden Teile A zu die Glasplatte genau in der Mitte der viereckigen Öffnung steht. Zum Zudecken der

Küvette nimmt man ein Stück Eisen in entsprechender Größe und macht es, nachdem die übrige Vorrichtung in den Apparat eingeschoben ist, rotglühend und schiebt es dann als Deckel in die Küvette ein. Hiernach zeigen sich auf dem Schirm sofort prächtig gefärbte wechselnde Lichtstreifen.

Erscheinungen in schwingenden Glasstreifen. — Dieses von Biot zuerst angestellte Experiment gehört zu den schönsten, die sich mit der Laterne ausführen lassen.

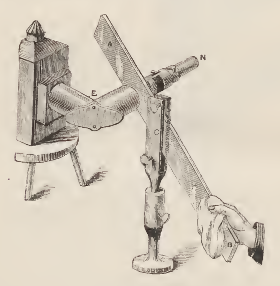


Fig. 144.

Man verschafft sich einen Glasstreifen von 1,5 bis 2 Meter Länge, 5 Zentimeter Breite und 7 Millimeter Dicke, wie in Figur 144 A B angegeben, dessen scharfe Ränder man durch Feilen etwas abrundet. Der Streifen wird in einem Gestell C, das sich mit Hilfe einer Holzschraube höher oder niedriger stellen läßt, angebracht und zwar so, daß genau die Mitte des Glasstreifens zwischen die Holzklammern geklemmt wird (am besten bringt man vorher zwei dünne kreisrunde Korkscheiben an dieser Stelle an den inneren Seiten der beiden Klammer-

arme an) und daß der Streifen einen Winkel von 45 Grad mit dem Horizont bildet. Bei der in Fig. 144 dargestellten Versuchsanordnung ist ein sog. Ellbogen-Polariskop benützt, welches indessen den Nachteil bietet, daß die Strahlen zur Seite abgelenkt werden und der Apparat daher im Winkel zur Wand aufgestellt werden muß. Zwischen Polariskop und Objektiv ist zur Einführung des Glasstreifens ein freier Raum von etwa 2½ cm erforderlich. In diesen Zwischenraum wird der Glasstreifen eingeschoben und zwar so nahe an seinem Mittelpunkt wie möglich. Die ganze Aufstellung des Apparates wird aus der Abbildung ersichtlich. Man drehe das Prisma N (Strahl als Achse dienend) bis sich das Licht auf der Wand ganz verliert und lege ein dunkles Tuch über die Vordervorrichtung, damit alles zerstreute Licht abgehalten wird. Nun ziehe man ein feuchtes Flanelltuch über die untere Hälfte des Glasstreifens, bis man einen scharfen, aber durchaus klaren Ton hört, der von den Schwingungen des Glases herrührt. Es verlängern oder verkürzen sich nämlich hierbei seine zwei Hälften in rascher Aufeinanderfolge, seine beiden Enden sind daher in einem Zustande rascher Schwingung. Bei jedem Reiben mit dem Tuch leuchtet eine schöne, glänzende Scheibe auf dem Schirm auf.

Stellt man statt dessen vor dem Polarisator eine Platte von nicht gekühltem Glas auf, so erhält man eine Reihe schön gefärbter Ringe, die von einem schwarzen Kreuz durchschnitten sind. Bei jedem Reiben mit dem Tuche werden nicht nur die Ringe zerstört, sondern es werden dadurch auch komplementär gefärbte erzeugt und das schwarze Kreuz wird für einen Augenblick durch ein weißes ersetzt (Fig. 137 und 138).

Chemische Versuche.

Zur Anstellung von chemischen Experimenten, auch zum Vorzeigen von kleinen Fischen, Larven und dergl. ist die in Fig. 122 abgebildete Glasküvette recht nützlich.

Diese wird aus zwei Spiegelplatten von 10×12 Zentimeter gebildet, die auf einen Kautschukstreifen geschraubt werden.

Ferner braucht man einige Glaspipetten ohne Ball, einige Flaschen mit Präparaten, wie unten angegeben.

Nachdem man die Küvette zu drei Vierteln mit Wasser gefüllt und sie anstatt eines Bildes in das Skioptikon gesetzt, kann man damit folgende Experimente vorführen:

1. Man tröpfelt etwas Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol) hinein und mischt es gut mit dem Wasser: dann bringt man mittelst der Pipette etwas verdünntes Ammoniak hinzu; auf der Wand bilden sich schwarze Sturmwolken, die wie durch einen Wirbelwind durcheinander gejagt werden; allmählich aber verschwinden diese Wolken, und es bleibt eine klare himmelblaue Färbung. Indem man nun etwas verdünnte Schwefelsäure hineinbringt, wiederholt sich die Erscheinung.

Sobald die Wolken aufs Neue entschwunden sind, läßt man aus einer kleinen Pipette einige Tropfen Auflösung von gelbem Blutlaugensalz hineinfallen; hierdurch bilden sich schöne rote Wolken von Ferrocyankupfer.

2. Man spült die Küvette aus, oder nimmt eine neue, füllt sie wie zuvor mit Wasser und setzt Lakmustinktur hinzu, bis die Flüssigkeit purpurblau erscheint. Nun bringt man einige Tropfen sehr verdünnter Säure hinzu. Auf der Wand zeigt sich ein schöner Sonnenuntergang mit Wolken in verschiedenen Färbungen.

Wenn das ganze Feld rot geworden, kann man es durch Zusatz von Ammoniak wieder blau färben.

3. Man verfährt ganz wie vorhin, nur nimmt man statt des Lakmus Auflösung von Cochenille, dessen rote Farbe wird durch verdünnte Säure in prächtiges Gelb, durch Ammoniak in schönes Purpur verwandelt.

4. Füllt man die Glas-Küvette mit einer dünnen Lösung von Anilin-Violett in Wasser und setzt sie anstatt des Bildes in das Skioptikon, so sieht man die früher weiße Wand schön purpurrot gefärbt, tröpfelt man dann aber wenig verdünnte Schwefelsäure hinzu, so verwandelt sich die purpurrote Farbe

plötzlich in ein prachtvolles Grün. Durch Zusatz von einer Alkalilösung wird die rote Farbe wieder hergestellt.

5. Füllt man die Küvette mit einer höchst verdünnten Eisenchlorid- (nicht Eisenvitriol-) Lösung und läßt einen Tropfen Rhodankalium hineinfallen, so wird die vorher wasserhelle Flüssigkeit plötzlich blutrot. Rhodankaliumlösung ist ebenfalls farblos.

6. Ein heißer wässeriger Extrakt von getrockneten Rotkohlblättern wird durch Zusatz von Schwefelsäure ebenfalls schön grün gefärbt.

7. Einen prachtvollen und eigentümlichen Anblick auf dem weißen Schirm gewährt die Entwicklung der Kohlensäure. Man füllt die Küvette nämlich mit einer konzentrierten Lösung von doppeltkohlensaurem Natron oder auch mit einer Lösung von Pottasche in Wasser; wirft man dann zuweilen ein Kristallstückchen Weinstein oder Zitronensäure hinein, so erheben sich auf der Wand große stürmische schwarze Wolken.

8. Den merkwürdigen Farbenwechsel, der durch das Erwärmen gewißer Kobaltsalze bewirkt wird, zeigt man, indem man eine Glasplatte mit einer Auflösung von Chlorkobalt und Gelatine überzieht. Wenn man dies auf die Wand projiziert, erhält man einen rosafarbenen Lichtkreis, der durch den Einfluß der Wärme in Tiefbau übergeht. An einem kalten feuchten Ort kehrt die anfängliche Rosafärbung wieder zurück.

9. Viele von vorstehenden und anderen chemischen Reaktionen lassen sich auch nebeneinander oder gleichzeitig auf dem Schirm zur Darstellung bringen. Man wählt dazu die Küvette etwas größer, etwa in den Dimensionen $3 \times 12 \times 12$ cm, und füllt sie, um das durch die Wärme der Lichtquelle verursachte Auftreten der Luftblasen zu vermeiden, mit ausgekochtem und wieder abgekühltem Wasser. Dann bohrt man in eine Kork- oder Holzplatte von $1\frac{1}{2} \times 4 \times 13$ cm 4 bis 5 Löcher von der Weite eines Reagenzrohres nebeneinander und paßt Reagenzrohre von etwa 12 cm Länge hinein. Beschickt man diese mit Salzlösungen usw. und setzt sie in den Glastrog, so kann

man der Reihe nach die Einwirkung verschiedener Reagenzien zeigen. Die Einführung der Röhren in die mit Wasser gefüllte Küvette verhindert die bei den runden Glasröhren auftretende und das Bild auf dem Schirm stark beeinflußende Totalreflexion.

10. Die Art des sich bildenden Niederschlags erkennt man bei folgenden Versuchen. In eine der Reagenzröhren bringt man eine Lösung von Zinksulfat und gibt einige Tropfen Ammoniak hinzu. Man beobachtet einen käsigen langsam fallenden Niederschlag. Beschickt man ein zweites Reagenzrohr mit einer Lösung vom Baryumchlorid und träufelt einige Tropfen Schwefelsäure dazu, so entsteht ein kristallinischer Niederschlag, der durch sein rasches Sinken Zeugnis ablegt für das Gewicht des Salzes (Schwefelsaures Baryum, Schwerspat), das sich gebildet hat.

11. Um die Grundlagen der chemischen Prozesse, welche die photographische Praxis beherrschen, zu veranschaulichen, kann man folgende Versuche anstellen. Man füllt ein Reagenzrohr mit Kochsalzlösung und setzt eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Silber (Höllenstein) hinzu. Es bildet sich ein weißer Niederschlag von Chlorsilber, der, weil für Licht undurchlässig, im Projektionsbilde schwarz aussieht. Fügt man nun eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron (Fixiersalz) dazu, so verschwindet der Niederschlag. Hierdurch ist in verständlicher Weise die Wirkung des Fixicrnatrons gegeben.

12. D e r B l e i b a u m. Man fülle die Glasküvette mit sehr verdünnter Auflösung von essigsaurem Blei und stelle mit einem Objektiv von sehr kurzer Brennweite (etwa 25 Millimeter, wenn man ein solches hat), ein. In die Lösung setze man eincn sehr schmalen Zinkstreifen, nicht dicker als eine gewöhnliche Nähnadel. Ein solches Stück kann man leicht mit der Schere aus einer Zinktafel schneiden. Sogleich bildet sich auf dem Zink ein Niederschlag von Blei, anfangs in wunderschönen farnartigen Blättern, die allmählich zu einem Wald anwachsen. Anstatt der kleinen Küvette kann man eine größere anwenden, mit einem Objektiv von längerer Brennweite, das also weniger

stark vergrößert. Hier ist eine kleine Batterie aus zwei Grove'schen Elementen mit dünnen Platindrähten erforderlich, die in die Bleilösung tauchen. Das Blei setzt sich in farnähnlicher Form an einem der Drähte an. Wenn sich ein hübscher Kristallwuchs gebildet hat, löst man die Drähte von der Batterie und verwechselt die Pole, indem man den ursprünglich rechts angehefteten Draht links und den früher links befindlichen rechts an der Batterie befestigt. Nachdem dies geschehen, wird der Bleibaum sich auflösen und am andern Draht aufs neue herauswachsen.

13. Der Zinnbaum. Man löse einen Gewichtsteil kristallisiertes Zinnchlorür in vier bis fünf Teilen Wasser auf. Diese Lösung gießt man in die Küvette. Wenn man wie vorhin ein Stück Zinn hineinstellt, wachsen gleichfalls Kristalle an, diesmal aber in anderer Form und sehr rasch; mit gutem hellen Licht kann man Krystalle von 1½ Meter Länge auf der Wand entstehen lassen. Eine Batterie ist hierbei nicht erforderlich. Es können Lösungen von verschiedener Konzentration verwendet werden, aber sehr starke Lösungen lassen die Kristalle so rasch anschießen, daß die Massen sich gegenseitig stören und keine schönen Formen entstehen können. Recht hübsche Resultate liefern Auflösungen von einem Teil des kristallisierten Zinnchlorürs in zwanzig oder mehr Teilen Wasser.

14. Der Silberbaum. Eine Auflösung von salpetersaurem Silber in Wasser wird in die Glasküvette gegossen und ein feiner Kupferdraht wird hineingetaucht; diesen Draht stellt man auf der Wand scharf ein. Reines metallisches Silber wird sich sofort in baumförmiger Gestalt an den Draht anhängen, die Formen sind aber verschieden, je nach dem Konzentrationsgrade der Lösung. Je dünner sie ist, um so feiner werden die Silberdrähte.

Am besten biegt man den Kupferdraht halbkreisförmig und legt ihn so auf die Küvettenränder, daß er eben in die Silberlösung hineintaucht. Auf der Wand erscheint die Sache umgekehrt, und da der Silberniederschlag am Draht herunterhängt, zeigt er sich auf der Wand aufrecht, und dies erhöht die „Täuschung“ als habe man rasch wachsende Bäume vor sich.

Kupfersalzlösungen geben mit Zink, wenn sehr verdünnt, nadelförmige Kristalle; ist die Lösung sehr konzentriert, so entsteht ein dicker gezackter Rand von Kupfer, der zuweilen in ganz großen Kristallen endigt.

15. Nachahmung der Spiralnebel. Nach Gillen läßt sich auf folgende Weise die Entstehung der Spiralnebel erläutern. Eine Glasküvette im Skioptikon wird mit Wasser gefüllt, dem $^1/_{10}$ Schwefelsäure beigemischt ist; darin stehen ein paar Kupferdrähte, die mit den Polen einer Batterie von 15 großen Bunsen'schen Elementen verbunden werden.

Von der Spitze der positiven Elektrode entwickelt sich dann unter Zischen eine dicke Wolke von Kupferoxydul oder fein verteiltem Kupfer, die eine spiralförmige Gestalt annimmt und sich dreht, sobald man ihr von der Seite her den Pol eines kräftigen Magneten nähert. Die Drehung erfolgt entgegen der Richtung der Ampèreschen Ströme in dem Magneten.

Pflanzenphysiologische Experimente.

1. Die eigentümliche Tätigkeit grüner Pflanzen, durch welche aus anorganischen Salzen des Bodens, aus Wasser und Kohlensäure der Luft unter dem Einflusse des Lichtes organische Substanz gebildet wird, nennt man Assimilation. Hierbei wird der Sauerstoff abgeschieden und zwar um so lebhafter, je intensiver das Licht ist. Stellt man diesen Vorgang mit der Laterne dar; so läßt sich auch die Bedeutung des Lichtes dabei erkennen. Eine Glasküvette wird mit etwas kohlensäurehaltigem Wasser (Selterswasser eignet sich dazu) gefüllt und in diese ein frisch abgeschnittener Zweig der Wasserpest (Elodea cannadensis) so hineingesetzt, daß die Schnittfläche etwa 4 bis 5 cm unter dem Wasserspiegel liegt. Sofort steigen in rascher Folge Sauerstoffblasen auf. Hält man nun zwischen Kondensor und Küvette farbige Gläser und zwar von Rot aus die in den Farben des Spektrums, so steigt zunächst die Zahl der Gasblasen bis zum Gelb, um dann abzunehmen bis zum Violett. Zählt man für jede Farbe die Zahl der Blasen etwa 1 Minute lang, so hat man einen Maßstab für die Wirksamkeit der Strahlen. Das Experiment zeigt, daß die sogenannten aktinischen oder chemisch wirkenden Strahlen hier fast unwirksam bleiben. Es sind also alle Lichtsrahlen chemisch wirksam, aber die einen für andere Prozesse als die anderen. Will man nachweisen, daß die aufsteigenden Blasen wirklich Sauerstoff sind, so braucht man nur eine größere Menge aufzufangen und mit einem glimmenden Span zu untersuchen.

2. Sehr hübsch lassen sich die Erscheinungen der Osmose, d. i. die Eigentümlichkeit kapillarer Scheidewände, Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischem Gewicht mit un-

gleicher Geschwindigkeit diffundieren zu lassen, mit der Laterne vorführen. Am besten zeigen die Erscheinung tierische Häute und Pflanzenmembranen, wie denn überhaupt die Osmose im Leben der organischen Zelle die größte Rolle spielt. Eine Zelle läßt sich nun nach Traube in folgender Weise herstellen. Man beschickt die Glasküvette mit einer Lösung von Kupfersulfat, deren Konzentration man durch Vorversuche ermittelt. In diese Flüsigkeit bringt man dann mit Hilfe einer sehr spitz ausgezogenen Pipette einen Tropfen von gesättigter gelber Blutlaugensalzlösung. An der Begrenzung des kugelförmigen Tropfens bildet sich eine Niederschlagsmembran von Ferrocyankupfer, die für das Salz undurchlässig ist, wohl aber dem wässrigen Lösungsmittel den Durchtritt gestattet. Man hat also in der Haut ein molekulares Sieb. Durch das Eindringen des Wassers nimmt die Zelle an Umfang zu, sie wächst, während die um sie herum liegenden Schichten der Kupfervitriollösung konzentrierter werden und infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes in Schlieren zu Boden sinken.

Experimente mit dem Horizontal-Apparat (oder der Vertikallaterne).

1. Wellenbewegung und Wellenreflex (nach Professor Morton). — Um diese zu zeigen, brauchen wir entweder das Uhrglas oder eine Schale von 125 Millimeter Durchmesser, die aus einem Boden von Spiegelglas und einem darauf gekitteten Rand von 25 Millimeter Höhe besteht. Um die Wellen zu erzeugen, hat G. Wale das hier abgebildete Instrument angefertigt. Das Kästchen A ist mit einer Kautschukhaut überzogen, und an ihm ist das gebogene Rohr C D befestigt. Ein geringer Druck auf die Kautschukhaut treibt aus dem Rohr Luft hinaus, und es entsteht eine einfache, deutlich definierte Welle in dem Gefäß. Der Reflex dieser Welle von seiten des Gefäßes giebt sich ganz klar wieder. Setzt man einen kupfernen Ring von elliptischer Form in die Schale, so erkennt man sehr schön die besonderen Eigentümlichkeiten dieser reflektierten Kurve. Werden die Wellen an einem der Zentren der Ellipse erzeugt, so sieht man ein reflektiertes Zentrum an dem andern Ende sich entwickeln; während bei anderer Stellung durch die sich kreuzenden Linien eigentümliche Figuren entstehen.

Fig. 145.

2. Kohäsionsfiguren. — Mit derselben Schale wie vorhin und einigen Ölen können wir in vorzüglicher Weise das verschiedene Verhalten dünner Schichten dieser letzteren auf dem Wasser studieren, auf welches Tomlison im Jahre 1861 zuerst aufmerksam gemacht hat. Die Schale wird mit Kali-

lauge ausgewaschen, gut ausgespült und abtropfen gelassen, nicht trocken gewischt. Man gießt dann etwas ganz reines Wasser hinein und läßt einen einzigen Tropfen Korianderöl darauf fallen. Dieses verteilt sich sofort zu einem großen, kreisförmigen Feld, das sofort in ein moosartiges Muster übergeht, und dann in unzählige kleine Kügelchen sich trennt.

Nimmt man statt des Korianderöls Zimmtöl, so entsteht auch hier anfangs ein kreisrundes Feld, aus dem aber nach und nach im Innern kreisrunde Öffnungen aufbrechen, die sich ausdehnen und fortwährend verändern.

2. Sehr hübsche elektrische Versuche lassen sich mit der Vertikal-Laterne vorzeigen. Man biege ein Stück Platin- oder Zinndraht zu einem Ring, der gerade in den Rand einer der oben erwähnten Glasschalen paßt, fülle die Schalen mit starker Lösung von Zinnbichlorid, tauche ein anderes Stück Draht in die Mitte der Lösung und verbinde es mit einer Kette von zwei bis drei Grove'schen Elementen, so daß der Draht in der Mitte den negativen, und der ringförmig gebogene Draht den positiven Pol bildet. Es werden von der Mitte aus schöne metallische Kristalle nach dem Rande zu wachsen und das ganze Bildfeld bedecken. Macht man das Experiment mit der gewöhnlichen Laterne in einer Stehküvette (siehe betr. S.), so fallen die Metallplättchen durch ihre Schwere bald zu Boden, während sie hier auf dem Boden der Schale ruhen; die Lösung soll nämlich nur 3 Millimeter hoch stehen.

3. Eine ganze Reihe von Experimenten, die mit Hilfe der Vertikallaterne einem großen Auditorium vorgeführt werden können, bietet die Lehre vom Magnetismus. Mit einem Tropfen Siegellack kittet man in der Mitte einer Glasplatte eine Nadelspitze und setzt darauf eine Magnetnadel von 6—8 cm Länge. Versieht man die Glasplatte mit einem Gelatineüberzug, so kann man leicht mit Tusche oder Tinte eine Gradteilung darauf anbringen, der man zweckmäßig einen Durchmesser von 9 cm gibt. Es genügt eine Teilung von 5 zu 5 Grad; jedem Gradstrich gibt man eine Länge von ½ cm; bei 30°, 60° usw. nimmt man die Striche 1 cm lang. Mit einer zweiten Nadel

lassen sich nun leicht die Gesetze der Anziehung gleichmäßiger und Abstoßung entgegengesetzter Pole zeigen. Hat man einen Eisenstab von ca. 1 m Länge zur Hand, so kann man dessen Magnetisierung durch den Erdmagnetismus dartun. Man bringt den Stab unter einem Winkel von etwa 65° gegen die Horizontalebene in den magnetischen Meridian (Nord—Südrichtung), schlägt mit einem Hammer mehrmals gegen das obere Ende und nähert das untere Ende, die Richtung des Stabes beibehaltend, dem Nordpol der Nadel. Dieser wird abgestoßen, ein Beweis, daß der Stab am unteren Ende einen Nordpol erhalten hat. Dreht man ihn jetzt um 180° und erschüttert ihn wieder durch einige Hammerschläge, so ergiebt eine Annäherung an den Nordpol der Nadel wie vorhin, daß der Stab ummagnetisiert ist.

4. Mit Hilfe einiger Stücke (8 cm lang) von kräftig magnetisierten Stricknadeln, die man auf Glasplatten klebt, lassen sich die verschiedenen magnetischen Kraftfelder, welche durch einzelne Magnete oder Pole sowohl, als auch die, welche durch mehrere Magnetpole hervorgerufen werden, zur Anschauung bringen. Man legt die Glasplatte unter Verwendung eines kreisförmig ausgeschnittenen Stückes Pappe auf den Kondensor und streut aus einer mit Gaze überbundenen Pappschachtel Eisenfeile auf die Plate. Erschüttert man die Platte durch Klopfen mit dem Finger, so ordnen sich die Feilspäne in schönen Kurven (Kraftlinien). In ähnlicher Weise werden die Felder starker elektrischer Ströme, deren Träger, die Drähte, man durch Glasplatten führt, erzeugt.

5. Leicht läßt sich auch ein Galvanoskop zum Nachweis schwacher elektrischer Ströme herstellen. Zwei 1½ cm hohe und ebenso breite Leisten aus Nutenholz von 18 cm Länge werden auf die Längsseiten der in 3 erwähnten Glasplatten geschoben. Auf der Unterseite der Leisten schneidet man zwei Kerben ein von 3—5 mm Breite und bringt hier etwa 20 bis 30 Windungen seideübersponnenen Kupferdrahtes auf, dessen Enden man zu zwei auf den Holzleisten befestigten Klemmschrauben führt. Mit diesen verbindet man zwei zirka 1 m

lange isolierte Kupferdrähte, von denen der eine an ein schmales zugespitztes Kupferblech, der andere an ein ebensolches Zinkblech gelötet ist. Senkt man die beiden Bleche in Wasser, dem einige Körnchen Kochsalz zugesetzt sind, so gibt die Nadel einen Ausschlag und zeigt damit einen elektrischen Strom an. Ähnliche Ausschläge ergeben sich, wenn man die zugespitzten Enden der Bleche in Früchte (Äpfel, Apfelsinen usw.) oder Kartoffelknollen, Rüben usw. einführt.

Das Projektionsmikroskop.

Mit einem Apparat für Kalklicht oder elektrischem Bogenlicht lassen sich mikroskopische Objekte recht effektvoll einem größeren Auditorium vorführen, wenn man ihn mit einem Mikroskop in Verbindung bringt. Hat das Mikroskop einen

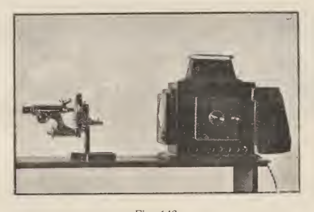


Fig. 146.

umlegbaren Tubus, so läßt es sich ohne weiteres verwenden (Fig. 146). Aber auch ein sogenanntes Handmikroskop kann unter Zuhilfenahme eines passenden Stativs benutzt werden. Die stark vergrößernden Objekte sind jedoch zu lichtarm, man zieht deshalb für diese Zwecke Objektive mit schwacher Vergrößerung vor. Auch sind besondere Projektionsmikroskope konstruiert worden, von denen in Fig. 147 eine der vielen Formen wiedergegeben ist.

Man entfernt das Objektiv, schiebt die Mikroskopvorrichtung auf die Objektivhülse und bringt sie in eine solche Ent-

fernung vom Kondensor, daß der Lichtkegel die Blendenöffnung gut ausfüllt. Nun setzt man ein Objekt ein und nähert durch Drehen an der Mikrometerschraube das Mikroskop-Objektiv soweit, bis auf dem Schirm ein scharfes Bild erscheint.

Um die Objekte vor Hitze zu schützen, wird an die Stelle, welche sonst das Bild einnimmt, eine Kühlküvette gesetzt. Läßt sich mit dem Bildhalter die vordere Linse des Kondensors entfernen, so kann man an Stelle dieser Linse eine mit Alaunlösung beschickte Glaskugel (sogenannte Schusterkugel) setzen, deren Größe so bemessen ist, daß sie die Linsenöffnung ausfüllt. Die Glaskugel kommt in ein innen geschwärztes und mit passenden runden Öffnungen versehenes Kästchen (Zigarrenkistchen). Die Kugel wirkt als Linse.

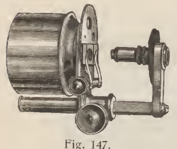


Fig. 147.

Wenn es nicht auf besondere Schärfe ankommt, eignet sich zum Projizieren ein kleines photographisches Porträt-Doppel-Objektiv von 10 bis 12 Millimeter Durchmesser recht gut. Das Bild zeigt sich sehr hell, freilich bei weitem nicht so scharf wie mit dem Mikroskop.

Es lassen sich aber damit größere Objekte, z. B. Insektenflügel, Fühler, Mundteile usw., zur Anschauung bringen, auch kleine Wassertiere (Essigälchen, Kruster). Man fertigt sich hierzu kleine Küvetten aus 2 Objektträgern, zwischen die man einen dünnen Gummischlauch bringt. Zusammengehalten werden die beiden Träger, indem man von einem größeren Gummischlauch abgeschnittene Ringe an beiden Enden darüberschiebt. In ähnlichen Küvetten lassen sich auch Infusorien (Plankton) projizieren. Kristallisationen verschiedener Salze, von deren gesättigter Lösung man einen Tropfen auf einen Objektträger gibt, kann man sehr hübsch auf diese Weise zur Darstellung bringen. Der Tropfen darf nur klein sein. Eine etwa 3—4 mm dicke und 20 cm lange Glasröhre wird in der Bunsen- oder Spiritusflamme in der Mitte erwärmt und ausgezogen. Indem man die Spitzen der beiden

Enden in die Flamme bringt, schmilzt man unter fortwährendem Drehen kleine Glaskügelchen von etwa 2 mm Durchmesser an. Solcher Glasstäbchen fertigt man mehrere und steckt sie durch passende Korke, die dann als Stöpsel für kleine Medizinflaschen (30—50 ccm Inhalt), dienen, in denen die Lösungen aufbewahrt werden. Für unseren Zweck eignen sich recht gut die Lösungen folgender Salze: Kochsalz, Kupfervitriol, Salmiak, Glaubersalz, salpetersaures Nickeloxyd, salpetersaures Kobaltoxyd, rotes und gelbes Blutlaugensalz.

Auch folgende Lösungen geben recht gute Präparate: Azobenzol in Äther, dem etwas Alkohol zugesetzt ist, gelöst, Chloralhydrat in Alkohol mit wenig Äther, und essigsaures Natron in wässrigem Alkohol gelöst.

Man kann freilich auch auf einem Objektträger zunächst die Kristalle herstellen und dann projizieren. Man hat es dann in der Hand, die Kristallbildung möglichst zu verzögern. Je langsamer diese erfolgt, um so größer und schöner bilden sich die Kristalle aus. Lehrreicher und interessanter ist es jedoch, die Entstehung der Kristalle selbst zu zeigen.

Stereoskopische Projektion.

Wohl jeder, der das Stereoskop kennt und schätzen gelernt hat und der gleichzeitig die Projektionskunst ausübt, wird die Frage aufgeworfen haben, ob es nicht möglich sei, beides zu verbinden: einem größeren Publikum stereoskopische Bilder vorzuführen.

Bereits seit Jahrzehnten hat man sich mit diesem Problem beschäftigt und es sind auch verschiedene Lösungen gefunden worden, übcr die wir im Nachstehenden berichten.

Eine gute stereoskopische Wirkung kann man bereits mit einem einzigen Bilde erhalten, wenn man es mit einem Auge betrachtet. Es gehört ein wenig Übung dazu, auch ist nicht jedes Bild hierfür geeignet. Vor allem muß das Bild Kontraste in Licht und Schatten aufweisen, vorteilhaft ist es, wenn Linien darauf sind, die vom Vordergrund in die Ferne verlaufen. Die Anschauung der Körperlichkeit ist hierbei überhaupt bloß durch die Beleuchtungseffekte und die Wirkung der Perspektive bedingt.

Ein bedeutend besseres Resultat bekommt man mit zwei zusammengehörigen Bildern, wie sie für das Stereoskop angefertigt werden. Solche Bilder nebeneinander auf die Wand zu projizieren, macht nicht die geringste Schwierigkeit; man braucht dazu bloß eine Laterne, wenn man die beiden Bilder auf ein Diapositiv bringt. Das richtige Betrachten der Bilder in der Weise, daß jedes Auge nur eines der Bilder sieht, hat an und für sich auch nichts auf sich; es geht sogar ohne ein besonderes Instrument. Man muß dazu die Augenachsen vor dem Bilde kreuzen lassen: auf einen näheren Punkt konvergieren. Dieses stereoskopische Sehen erfordert aber einige Übung und ist auf die Dauer für die Augen ziemlich anstrengend, auf alle Fälle nicht jedermanns Sache und praktisch ohne Wert. Die Benutzung eines Instrumentes ist hinwieder insofern von Nachteil, als jeder Zuschauer ein solches haben muß; ohne die nötige

Anzahl von Stereoskopen würde die Projektion von Stereoskopbildern zwecklos sein.

Die meist gebräuchlichen Stereoskope, die aus zwei Linsenstücken bestehen, lassen sich hier nicht verwenden, weil die Brennweite der Linsen zu kurz ist; überhaupt kann man hier keine Linsen-Stereoskope gebrauchen, da die Brennweite der Linsen mit dem Abstande der einzelnen Zuschauer von der Wand variieren müßte. Es sind daher Prismen-Stereoskope zu benutzen, die sich — durch mehr oder weniger Neigen der Prismen zueinander — auf die jemalige Entfernung vom Bilde einstellen lassen. Auch kann man sich eines einfachen „Stereomonokels“ bedienen, welches aus einem besonders geschliffenen Prisma oder zwei kleinen Spiegeln besteht und vor ein Auge gehalten wird.

Hans Schmidt empfiehlt als sehr praktisch die Knight'sche Vorrichtung, die so einfach ist, daß sie sich jedermann leicht anfertigen kann. Man braucht dazu zwei kleine Spiegel und eine Pappschachtel mit einer Bodenfläche von 11 $\times$ 14 cm Größe und einer Höhe von etwa 4 cm. Die eine Schmalseite bekommt zwei Schaulöcher für die Augen. Im Innern der Schachtel, und zwar nach der andern Seite zu, werden zwei kleine Spiegel derart angebracht, daß einer unter einem halben rechten Winkel der einen Schauöffnung gegenübersteht. Der zweite, drehbar angeordnete, ist ungefähr parallel zu diesem Spiegel und vor ihm befindet sich in der Schachtelwand eine entsprechend große Öffnung. Die gleiche Wand enthält eine weitere Öffnung gegenüber dem zweiten Schauloch. Während das eine Auge durch die Schachtel hindurch direkt auf die Projektionswand sieht und dort eines der Bilder erblickt, bekommt das andere Auge sein Bild durch Vermittlung der Spiegel zu sehen. Um die stereoskopische Wirkung zu erzielen, ist es nur erforderlich den drehbaren Spiegel so einzustellen, daß die beiden Teilbilder zur Deckung gelangen.

Eine andere sehr sinnreiche Anordnung der stereoskopischen Projektion gibt A. Stroh folgendermaßen an. Es werden zwei Nebelbilderapparate nebeneinander aufgestellt und in jeden wird von einem Paar durchsichtiger Stereoskopbilder

das eine hineingesteckt, wobei das Bild, welches für das rechte Auge bestimmt ist, in die rechts befindliche, und dasjenige, welches für das linke Auge bestimmt ist, in die links befindliche Laterne kommt. Hierauf werden die beiden Bilder derartig auf den Schirm geworfen, daß dieselben sich so genau als möglich decken. Vor den Objektiven der beiden Laternen befindet sich ein Gestell mit einer rotierenden Scheibe, die so ausgeschnitten ist, daß bei ihrer Umdrehung das Licht der beiden Laternen abwechselnd abgesperrt wird und folglich immer nur ein Bild auf einmal auf den Schirm geworfen wird, wodurch man einen raschen, gleichmäßigen Wechsel der beiden Bilder erhält. In dem Gestell und in passender Weise für die Beobachter sind zwei Paar Schaulöcher angebracht und zwar ein Paar an jeder Seite des Apparates. Hinter jedem Paar dieser Löcher befindet sich wiederum eine rotierende Scheibe und diese Scheiben sind durch ein Triebwerk so mit der ersten oben erwähnten Scheibe verbunden, daß alle drei mit gleicher Umdrehungszahl zusammen sich drehen. Die beiden letzteren Scheiben sind ebenfalls derartig ausgeschnitten, daß sie abwechselnd die Durchsicht durch das rechte und linke Schauloch verhindern. Endlich ist auch noch die Verbindung zwischen den drei Scheiben so angeordnet, daß die Zeit der Verdunklung der Bilder durch das rechte oder durch das linke Schauloch mit der Zeit übereinstimmt, wo das Licht des rechten oder linken Objektivs der beiden Laternen vom Schirme abgesperrt wird. Es ist klar, daß mit dieser Einrichtung ein Beobachter mit dem linken Auge nur das von der linken Laterne nach dem Schirm geworfene Bild und mit dem rechten Auge wie-

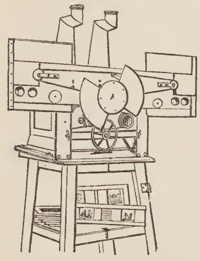


Fig. 148. Projektions-Stereoskop.

derum nur das von der rechts befindlichen Laterne herrührende Bild wahrnehmen kann. Die Umdrehung der Scheiben muß derartig sein, daß die abwechselnden Lichtwirkungen des rechten und linken Bildes so rasch aufeinander folgen, daß das Auge schon den folgenden Eindruck empfängt, bevor der vorhergehende Eindruck verschwunden ist. Die Zahl der für jedes Auge erforderlichen Lichteindrücke, welche dies zu bewerkstelligen vermag, beträgt etwa 30 bis 40 in der Sekunde, und da die Scheiben so ausgeschnitten sind, daß jede bei einer Umdrehung dem Auge zwei Lichteindrücke zukommen läßt, so sind demnach 15 bis 20 Umdrehungen der Scheiben in der Sekunde nötig. Diese Umdrehung der Scheiben kann mittels eines durch Kurbel betriebenen Triebrades mit Schnurübertragung bewirkt werden. Die mit diesem Apparate erzielte perspektivische Wirkung ist sehr vollkommen und das Bild hebt sich vollkommen reliefartig vom Schirme ab. Bedenkt man, daß mit dieser Vorrichtung die beiden Augen ungleichzeitig sehen und daß jedes Auge sein Bild erst nach erfolgter Einwirkung auf das andere sieht, so erhellt hieraus, daß die Nachwirkung des Sehens die einzelnen Unterbrechungen des Lichteindrucks vollständig überwindet und folglich ein ununterbrochenes Sehen stattfindet. Ein Vorteil dieses Apparates ist, daß das Auge beim Anschauen dieser Bilder in keiner Weise der Anstrengung wie beim Sehen durch Linsen unterworfen ist, wobei es zuweilen schwer hält, die beiden Bilder zum Zusammenfallen zu bringen. Bei der neuen Vorrichtung befindet sich das Bild für jedes Auge genau in der Stellung wie beim wirklichen Sehen des Originalgegenstandes, indem die beiden Bilder in praktischer Hinsicht sich an einer und derselben Stelle befinden. Obschon mit diesem Apparat nur zwei Personen gleichzeitig die Bilder sehen können, so läßt sich doch die Einrichtung auch für eine große Anzahl von Personen treffen.

Eine andere, von Anderton erfundene Methode der stereoskopischen Projektion beruht auf Benutzung von polarisiertem Licht. Anderton führte diese in Birmingham vor.

Die Architekturbilder, Statuen, Landschaften, Tierbilder,

die er zeigte, traten auf dem Schirm völlig reliefartig, „zum Greifen" plastisch vor.

Diese überraschenden Effekte werden durch eine Doppel-Laterne hervorgebracht und durch die Verwendung von Stereoskopbildern, bei denen jedesmal das eine Bild im rechten Winkel zum andern polarisiert wird. Die Polarisation wird in diesem Falle durch eine Anzahl dünner Glasplatten bewirkt, die im Polarisationswinkel für Glas in einer Hülse angebracht sind, welche in wenig Augenblicken auf eine gewöhnliche Laterna magica aufgeschoben oder von dieser abgenommen werden kann. Hierdurch erscheinen bei der Beleuchtung des Apparates zwei Bilder auf dem Schirm, welche bestimmte Polarisationsebenen haben und von denen ein jedes praktisch zum Verschwinden gebracht werden kann durch Drehen des Analysators. Der Analysator besteht ebenfalls aus einer Anzahl kleiner Glasplatten, die in zwei Okularröhren untergebracht sind, welche ihrerseits nach Art eines Opernglases montiert, aber sehr leicht und von geringem Umfange sind. Diese bilden mit den größeren Hülsen, welche auf die Laterne aufgeschoben werden, zwei Paare, so daß, wenn der Zuschauer das Bild auf dem Schirm durch den Analysator hindurch betrachtet, das rechte Auge desselben nur das von der einen Laterne projizierte Bild und das linke Auge nur das von der anderen Laterne projizierte Bild sieht. Der hierbei durch die Ablenkung der Lichtstrahlen entstehende Lichtverlust ist praktisch kaum bemerkbar. Man ersieht aus vorstehenden Angaben, daß sich die Vorführung nach dem System Anderton von einer gewöhnlichen Projektionsvorstellung nur dadurch unterscheidet, daß jedem Zuschauer ein Analysator übergeben wird, mit dem er die Bilder betrachten muß. Wenn dies nun auch bei einem sehr zahlreichen Auditorium seine Schwierigkeiten haben würde, so läßt sich doch die Sache bei Vorstellungen in kleineren Zirkeln, Familienkreisen usw. ganz gut verwirklichen, da ein Analysator nicht mehr als 3 bis 4 Mark kosten dürfte. Jedes gute Glas-Stereoskopbild ist für den Gebrauch in dem beschriebenen Apparat verwendbar.

Bei einem weiteren Verfahren, welches sehr alt ist und

wohl zuerst von d'Almeida angewandt wurde, werden ebenfalls die beiden Bilder mit Hilfe von zwei Laternen so aufeinander geworfen, daß sie sich möglichst genau decken. Damit nun jedes Auge nur eines der Bilder sieht, werden die Bilder mit verschiedenfarbigem Licht — etwa das eine mit blauem und das andere mit rotem Licht — projiziert und das „Wirrwarr" von Bild, das auf der Wand erscheint, durch eine Brille mit entsprechend gefärbten Gläsern betrachtet. Man erhält den Eindruck eines weißen, körperlichen Bildes. Scheinbar einfacher ist die Anordnung von Ducos du Hauron, bei der nur eine Laterne notwendig ist. Hierbei werden die Bilder auf Gelatinefolien gedruckt und genau aufeinander gelegt in die Laterne gebracht. Aber solche Bilder kann man sich nicht selber anfertigen und außerdem müssen die Farben, mit denen die Bilder gedruckt sind, genau übereinstimmen mit den entsprechenden Farben der Brillengläser, sonst sieht man neben dem stereoskopischen Bild noch ein schwaches zweites Bild, wodurch der Eindruck sehr gestört wird.

Eine bedeutende Verbesserung dieses Verfahrens haben wir M. Petzold zu verdanken. Dieser kopiert die beiden Hälften des stereoskopischen Bildes in zwei Farben und zwar benutzt er dazu den Prozeß mit Chromgelatine. Als geeignete Farben entsprechen sehr gut ein bläuliches Grün und ein gelbliches Rot, die sich komplementär gegenüberstehen. Die Brillen werden aus Gläsern in möglichst denselben Nüancen und der Farbenstärke der Kopien hergestellt. Was die Herstellung der Projektions-Diapositive mit plastischer Wirkung anbelangt, so verfährt Petzold folgendermaßen.

Gelatineplatten werden in einer 4prozentigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali, der einige Kubikzentimeter Ammoniak zugesetzt sind, zirka 3 Minuten lang bei Gas-, Petroleum- oder sonstigem gelben, künstlichen Licht gebadet, kurz abgespült und zum Trocknen in einen dunklen Raum gestellt, welch' letzteres 6—10 Stunden in Anspruch nimmt.

Kopiert wird unter einem stereoskopischen Diapositiv für Grün zirka 1 Stunde, für Rot 1½ Stunde. Das Bild muß deutlich braun auf gelbem Grund sichtbar sein. Ich gehe von

einem Diapositiv, nicht vom Negativ aus, weil die Färbung unter Zuhilfenahme der Beizwirkung des entstehenden Chromoxydes sehr langwierig, während die Wirkung der aufsaugenden, löslich geblicbenen Gelatine eine viel schnellere ist. Wenn also die Chromgelatine-Kopie gewässert ist, saugt sie an den unbelichteten Stellen Farbstofflösung an, die zweckmäßig konzentriert gehalten wird, und es entsteht nach einem Diapositiv wiederum Positiv. Ebenso könnte man das Negativ kopieren und Farbstofflösungen wählen, welche auf Chrombeizen ziehen, wie es Ponceau, Scharlach und Echtgrün bläulich tun. Diese Wirkung wird eben einfach im ersten Falle nicht abgewartet. Zu beachten ist, daß die Weißen der Kopien möglichst rein erhalten bleiben; denn wenn auch sie gedeckt sind, wird die Klarheit des Bildes mehr wie bei jeder gewöhnlichen Kopie beeinträchtigt und damit auch die plastische Wirkung. Die beiden Farbenkopien werden nun derartig übereinander gelegt und verklebt, daß nicht mehr stereoskopisch wirkende, korrespondierende Punkte übereinander fallen, was nicht präzis eingehalten zu werden braucht.

Ebenso wenig ist Erfordernis, daß die Distanz der Objektive am Aufnahme-Apparat derjenigen der Augen entspricht, weil die Bildhälften nicht nebeneinander geklebt werden. Jedes Augenpaar empfängt sofort den körperlichen Eindruck, was beim Prismenstereoskop durchaus nicht immer der Fall ist.

Die mit diesem Verfahren erzielte Wirkung ist eine vorzügliche. Ein Vorteil ist noch der, daß die Diapositive nicht an gewiße Größen gebunden sind, wie beim Stereoskop.

Die Panorama-Projektion.

Die Idee, mit Hilfe mehrerer Skioptikons mehrere panoramaartig aufgenommene Photographien nebeneinander zu projizieren und zu einem großen Panoramabilde zu vereinigen, wurde von dem Amerikaner Chr. A. Chase verwirklicht. Die Anordnung, welche er traf, ist folgende. Der Apparat hängt wie ein Kronleuchter unter der Decke und wird durch ein Stahlrohr, sowie mehrere Drähte gehalten. Die Skioptikons, alles

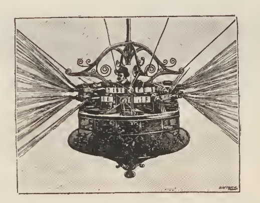


Fig 149.

Doppel-Apparate, sind auf dem ringförmigen Tisch des kreisrunden, hängenden Balkons angebracht. Jeder Apparat — es sind acht an der Zahl — steht auf einem besonderen Schlitten und seine Stellung kann mit Hilfe von Schrauben genau reguliert werden.

Es wird elektrisches Bogenlicht verwendet. Die Zuleitungsdrähte gehen durch das Stahlrohr. Die einzelnen Projektions-

bilder auf der Wand schließen sich genau aneinander an; es ist dazu natürlich eine äußerst genaue Regulation erforderlich. Da Doppel-Apparate verwendet werden, so kann man die schönsten Effekte erzielen: Übergang von Tag in Nacht, Sommer in Winter usw. Auch ein Kinematograph läßt sich benutzen, und so kann man Leben in das Bild bringen.

Das Publikum wandelt im Panorama umher; Sitzplätze sind nicht vorhanden. Das Panorama mißt im Durchmesser

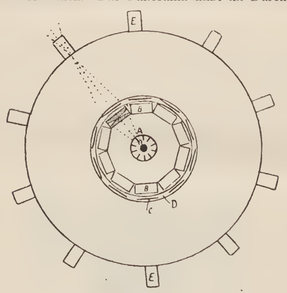


Fig. 150.

30 m, die Bilder sind 10,5 m hoch. Der Balkon, worauf die Apparate montiert sind, ist 2,5 m im Durchmesser und 3 m hoch. Der Operateur steht inmitten des ringförmigen Tisches.

Ein ähnlicher Versuch wurde späterhin in London gemacht. In einem großen runden Saale von etwa 130 m im Umkreise war eine Plattform errichtet, auf der einige Hundert Zuschauer Platz hatten; diese war so hoch, daß sich die Köpfe der Zuschauer inmitten der etwa 13 Meter hohen Projektionswand befanden, die fast den ganzen Umkreis des Raumes füllte.

Inmitten der Plattform stand ein schmaler Turm, auf dem die Projektionsbatterie angebracht war, die das mit einem Panorama-Apparat hergestellte Bild entwarf. Die folgende Abbildung veranschaulicht uns die Einrichtung. Bei A ist die Lichtquelle: Kalklicht. Ringsum im Kreise 10 Kondensoren (B) und 10 Objektive (E). Vor den Kondensoren sind in besonders konstruierten Bildhaltern (D) die einzelnen Glasbilder (C) angebracht. Wir haben hier 10 Projektions-Systeme vereinigt mit einer einzigen Lichtquelle. Der für diesen Zweck konstruierte Kalklicht-Brenner besteht aus einem Ring mit 10 aufgesetzten Brennerspitzen, welche alle von einer großen

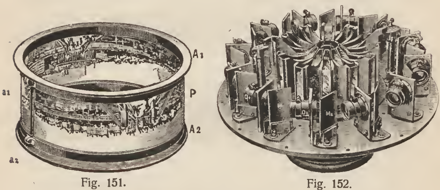


Fig. 151. Fig. 152.

Mischkammer aus gespeist werden; es kommen dabei drei große Kalkzylinder in Anwendung, welche zusammen 10 Lichtpunkte abgeben.

Neuerdings haben die Gebr. A. und L. Lumière einen Apparat gebaut, der eine recht vollkommene Lösung des Problems enthält. Auf der Pariser Weltausstellung wurde in einem Spezialpavillon die Panorama-Projektion öffentlich vorgeführt.

Die Hauptschwierigkeit, die Einzelbilder zu einem lückenlosen Rundgemälde zu verschmelzen, haben die Erfinder dadurch umgangen, daß sie statt der Einzelbilder einen Filmstreifen von etwa 11 cm Höhe und 90 cm Länge zur Anwendung bringen, den sie zu einem Zylinder von 29 cm Durchmesser zusammenbringen (Fig. 151). Als Filmträger dienen die beiden

Metallringe A_1 und A_2. In diesem Zylinder, der auf einer runden Metallplatte steht, welche mit einer zweiten größeren um dieselbe Vertikalachse drehbar ist, sind 12 schmale Spiegel unter 45° geneigt angeordnet, die einen in der Richtung der Drehachse auffallenden Lichtstrahl auf den Film werfen. Zur Konzentrierung des Lichtes steht vor dem Film eine der Spiegelzahl entsprechende Anzahl von Kondensatoren (Fig. 152). Auf der zweiten mit der ersten konzentrischen Grundplatte sind 12 Objektive so angebracht, daß ihre optischen Achsen tangential zu dem zylindrischen Film stehen. Um nun Teile des Bildes in die Objektive zu werfen, ist hinter jedem ein Spiegel unter etwa 45° gegen die Objektivachse auf der drehbaren Scheibe befestigt. Wird diese Scheibe in Rotation versetzt, so daß sie etwa 3 Umdrehungen per Sekunde macht, so bleibt das Bild auf der zylindrischen Wand stationär. Der ganze Apparat ist in der Mitte eines Rundbaues von etwa 20 m Durchmesser aufgebaut, dessen innere Wandfläche als Schirm dient. Die Lichtquelle, eine elektrische Bogenlampe von 90 Ampères Stromstärke, ist über dem Apparat angebracht. Der erste Kondensor hat zirka 80 cm Durchmesser; das durch ihn erzeugte parallele Strahlenbündel wird durch eine Linsenkombination zu einem Bündel von angemessener Dicke zusammengezogen und mit Hilfe eines Spiegels durch eine Vertikalröhre auf die rotierenden Zentralspiegel des Photoramas geleitet. Die Drehung des ganzen Apparates erfolgt durch einen langsam laufenden Elektromotor mit Hilfe eines Schnurlaufs.

Die Lichtbild-Reklame.

Eine weit verbreitete Anwendung hat der Projektionsapparat gefunden zur Darstellung von Lichtbild-Reklamen. Und das ist kein Wunder. Es gibt ja kaum eine wirksamere Reklame als ein solches Lichtbild-Plakat, besonders wenn es der Unternehmer versteht, zwischen die Ankündigungen anziehende Bilder einzuschalten und das Publikum stets in Spannung zu halten.

Man sieht solche Lichtbildreklamen in den Schaufenstern von Läden, wo sie dann meist nach Geschäftsschluß gezeigt werden, auf den Balkons einer Etage, häufig oben auf dem Dach des Hauses. An anderen Stellen wieder wird das Lichtbild zum Giebel eines anderen Hauses herübergeworfen. Man hat auch wiederholt die Projektion auf Wolken versucht; sie läßt sich aber nur unter sehr günstigen Bedingungen erfolgreich durchführen. In Spezialitäten-Theatern ist die Lichtbildreklame heute ein ständiger Gast, der das Publikum in den Pausen mit seinen Vorführungen unterhält.

Jeder gute Projektionsapparat läßt sich zur Lichtbildreklame verwenden; zu beachten ist nur, daß man in den meisten Fällen ein recht kräftiges Licht braucht, um so mehr als man vielfach mit dem störenden Licht der Straßenbeleuchtung zu rechnen hat. In der Regel wird aber ein besonders für diesen Zweck konstruiertes Modell bevorzugt, wie es beispielsweise Fig. 153 zeigt. Hier wird zur Bildwechslung das Fallsystem benutzt. Jedes Glasbild kommt in ein Holzrähmchen. Der senkrecht von dem Laterngehäuse angebrachte Führungsrahmen nimmt drei solcher Rähmchen übereinander auf, von denen sich das mittelste in Projektionsstellung befin-

det. Zieht man das unterste Rähmchen zur Seite heraus, so fallen die beiden andern herunter und das vorher oben stehende kommt zur Projektion. Diese Anordnung ermöglicht ein rasches und bequemes Wechseln der Bilder. Wenn zwischendurch einmal bewegliche humoristische Bilder gezeigt werden sollen, so muß vor dem Führungsrahmen eine besondere Bühne dafür vorgesehen werden.

Sehr zweckmäßig sind Apparate mit automatischer Bildwechslung, die gleichzeitig mit einer selbsttätig regulierenden

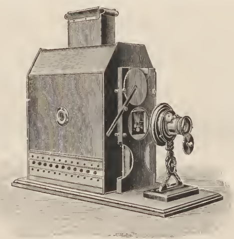


Fig. 153. Apparat für Lichtbild-Reklame.

Bogenlampe ausgerüstet werden. Man spart die Ausgaben für einen Mann, der dort die Glasbilder wechseln muß; es können keine Bilder zerbrochen, beim Anfassen beschmutzt, falsch eingesetzt noch auch sonstige Fehler gemacht werden. Die Anordnung ist aus Fig. 154 ersichtlich, welche einen derartigen Apparat mit abgenommenem Schutzkasten zeigt. Die Bilder werden der Reihe nach in Rähmchen gesteckt und zwar sind die Rähmchen so konstruiert, daß Bilder 8¼ × 8¼ cm und 8½ × 10 cm eingesetzt werden können. Die Rähmchen sind hinwieder seitlich mit Ansätzen versehen, welche sich in sinnreicher Weise zu einem Kettensystem vereinigen, das über zwei Achsen läuft. Das jeweils nach unten hängende Bild be-

findet sich in Projektions-Stellung. Der Antrieb erfolgt durch ein periodisch arbeitendes Werk: als Betriebskraft dient ein Elektromotor. Jedes Bild bleibt eine gewisse Zeit (10 bis 15 Sekunden) stehen, dann rückt das nächste an seine Stelle. Durch einen vor dem Objektiv arbeitenden Verschluß wird der Wechselvorgang verdeckt, jedoch läßt er den Schirm während

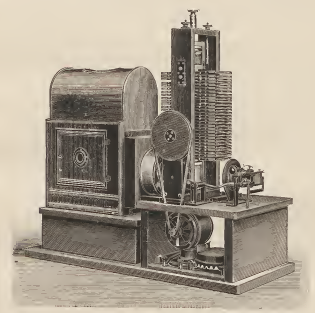


Fig. 154. Automatischer Apparat für Lichtbild-Reklame.

dieser Zeit hell, da ein gänzliches Verdunkeln für die Augen der Zuschauer unangenehm ist.

Es sei noch bemerkt, daß dieser Apparat für verschieden große Bilderzahl gebaut werden kann, beispielsweise für 60, 80, 100 oder 120 Bilder. Mit Hilfe einer Schaltuhr ist es möglich, den Apparat zu einer bestimmten Zeit selbsttätig in Betrieb zu setzen und zu einer andern, ebenfalls eingestellten Zeit automatisch außer Tätigkeit treten zu lassen, so daß die Einrichtung keinerlei Wartung bedarf.

In Spezialitäten-Theatern sind zur Darstellung der Reklame-Lichtbilder vielfach Doppelapparate in Gebrauch und

zwar bestehen diese aus zwei übereinandergebauten Stahlblech-Laternen. Eine Dissolvervorrichtung läßt das eine Bild momentan verschwinden und das folgende an seine Stelle treten.

Bei der Lichtbild-Reklame auf das Trottoir, wozu der Projektionsapparat in ein wetterfestes Gehäuse eingebaut und in entsprechender Höhe an der Vorderwand des Hauses angebracht wird, beschränkt man sich auf ein einziges Bild oder doch auf einige Bilder, die auf einer drehbaren Scheibe angeordnet sind. Diese wird durch ein Uhrwerk periodisch weiterbewegt oder durch eine Schnur vom Laden aus gedreht. Als Lichtquelle dient eine automatische Bogenlampe; an hinreichend dunkler Stelle kann man auch mit elektrischem Glühlicht, Gas- oder Spiritusglühlicht arbeiten.

Die Glasbilder für Reklame-Projektion werden am besten auf photographischem Wege hergestellt, nachdem man eine geeignete Vorlage oder ein gutes Plakat dazu hat herrichten lassen. Es wird häufig der Fehler gemacht, daß man viel zu viel Schrift auf den Bildern anbringt. Darunter leidet die Wirkung ganz bedeutend. Das Publikum hat gar nicht die Zeit, vielleicht auch nicht einmal Lust, alle die Anpreisungen zu lesen. Ein kurzes Schlagwort und eine treffende Illustration dazu, das gibt die beste Wirkung. Eine große Rolle spielt außer geschmackvoller Anordnung des Textes die sorgfältige Ausführung der photographischen Arbeit und der Ausmalung. Gerade bei Geschäftsempfehlungen macht es einen schlechten Eindruck, wenn das Plakat, hier also das Lichtbilder-Plakat, minderwertig ist. Man hat sich aus Sparsamkeitsrücksichten damit beholfen, daß man die Texte auf Gelatinefolien drucken ließ und diese dann zwischen Glasplatten einfaßte. Dies Verfahren wird niemals ein so schönes, saubres Bild geben, wie die Photographie.

Um das Publikum in Spannung zu halten, empfiehlt es sich, zwischen die Reklameplatten geeignete schöne Bilder einzuschalten. Landschaftliche Darstellungen sollten eine Aufschrift besitzen. Erfolgreich hat man auch den Kinematograph mit dem Reklame-Projektionsapparat in Verbindung gebracht.

Die Laterne im Dienste des Theaters.

Nichts ist mehr dazu geeignet, den Effekt einer Vorstellung auf der Bühne zu erhöhen und dem Zuschauer überraschende Szenen vor Augen zu führen, als die Laterne, die denn auch schon an vielen Theatern zu Hilfe gezogen wird.

Indem der Apparat hinter Felsen, massiven Säulen usw. dem Zuschauer verborgen ist, lassen sich die schönsten Bilder und Erscheinungen auf der Bühne vorführen. Während in einer Szene die Mannschaften zwischen Eisstücke eingeklemmt sind, ist auf einmal hinter den Eisbergen die Glut des Nordlichtes zu erblicken; oder, Marinesoldaten sind auf ein Riff verschlagen worden, um welches die Wellen toben — plötzlich läßt der Sturm nach, ein farbenprächtiger Regenbogen erscheint und bald darauf naht sich ein Schiff, um die Unglücklichen zu retten; oder in einem Ausstattungsstück ist der Vesuv zu sehen — plötzlich bricht eine Eruption aus und Feuer und Rauch steigen von dem stattlichen Bergkegel auf.

Besonders wirkungsvoll ist die Laterne bei pantomimischen Darstellungen. Sie wird hierfür möglichst weit von der Bühne aufgestellt und wirft ihr Licht von hinten auf den Hintergrund, von dem ein Stück für diesen Zweck durchsichtig gemacht ist. Ein Clown und ein Hanswurst lustwandeln in einem Zauberpalast; ein Harlekin tritt auf und klopft mit seinem Zauberstabe an die Wand — da erscheint mitten in der Luft eine schöne Fee, und als der Clown vorspringt, um sie zu fangen, ist sie plötzlich verschwunden.

Einen eigentümlichen Effekt kann man erzielen, wenn man auf der Rückseite eines transparenten Hintergrundes gewisse Worte oder Zeichen malt, die dann in dem betreffenden Augen-

blick beleuchtet werden. So erblickt z. B. der Mörder in seiner Gewissensangst den Namen seines Opfers an allen Stellen in blutroten Buchstaben.

So wird die Projektions-Laterne beständig zur Beleuchtung von Aufzügen, Ballsälen, Gemälden usw. gebraucht, und zur Erzeugung von Mondlicht, Sonnenaufgang, Feuer und anderen Effekten. Allen Theaterbesuchern wird der Serpentin- und Feuertanz bekannt sein, dessen großartige Wirkung gerade durch den Projektions-Apparat erzielt wird. Es treten da drei oder gar sechs Laternen gleichzeitig in Tätigkeit, welche alle mit Farbscheiben versehen sind, und ihre verschiedenfarbigen Strahlenmassen auf das Gewand der Tänzerin werfen, wo sie sich zu einem prächtigen Farbspiele vereinigen.

In den Theatern kommen meist nur Apparate mit elektrischem Bogenlicht zur Verwendung. Diese Apparate sind so gebaut, daß sich die zu den verschiedenen Effekten erforderlichen Instrumente, wie Wolken-, Schnee- und Regenscheiben leicht daran anbringen lassen. Für reine Beleuchtungseffekte werden in der Regel Scheinwerfer (Reflektoren) benutzt, in welche man vorne farbige Scheiben einsetzen kann.

Man kann auch das Licht allein zur Vorführung von Schattenbildern gebrauchen und hierbei lassen sich wunderschöne und höchst komische Szenen darstellen. Das Licht wird auf den Boden gestellt, vier bis sechs Meter hinter den Schirm oder durchsichtigen Vorhang. Zwei oder drei Charaktere dürfen nur auf einmal erscheinen; am wirksamsten macht sich Profilansicht. Sobald sich nun die Figuren dem Vorhange nähern, nehmen sie an Größe mit großer Geschwindigkeit ab, und wachsen in riesenhaften Proportionen, wenn sie sich nach dem Lichte zu bewegen. Es darf nur außer diesem Lichte kein anderes in das Zimmer dringen, und die Spielenden müssen jede Bewegung vorher sorgfältig einprobieren, damit ihre Schatten sich nicht gegenseitig berühren und dadurch den Effekt verderben.

Viele von denen, welche Projektions-Vorstellungen geben, können leicht ihren großen Schirm vorn vor eine Plattform aufstellen, die tief genug ist, um ein Schattenspiel aufführen

zu können und werden dann von den oben angegebenen Winken für ein pantomimisches Zwischenspiel oder ein komisches Nachspiel höchst vorteilhaften Gebrauch machen können. Wer dergleichen noch nicht gesehen hat, wird überrascht sein von den spaßhaften Szenen, die sich ohne alle Schwierigkeiten vorführen lassen. Weniger kräftiges Licht als das angegebene kann man für kleinere Schirme anwenden, aber dann sind die Figuren nicht so scharf begrenzt und deutlich.

Prof. Pepper's Geistererscheinungen. —

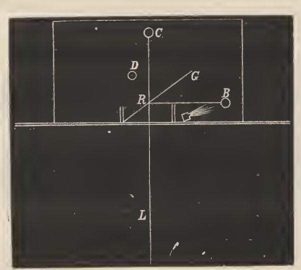


Fig. 155. Geister- Erscheinung.

Prof. Pepper hat ein eigentümliches Verfahren, auf der Bühne Geister erscheinen zu lassen, in London und vielen amerikanischen Städten zur Aufführung gebracht.

Der Geist ist nichts weiter als ein Reflex von einer unbelegten Spiegelplatte. Pepper's Einrichtung, mit der er umherreiste, um Vorstellungen zu geben, war sehr umfangreich und kostspielig. Seine Reflektoren waren große Glasplatten von 1,5 Meter Breite und 2 Meter Höhe. Als Lichtquelle diente ein intensives Kalklicht. Vorstehende Figur aus Dolbear's Projektionskunst gibt eine Idee von der Vorrichtung. Das Vorder-

teil der Bühne S war mit dicken Gardinen verhängt, nur ein Raum von einigen Füßen in der Mitte war offen gelassen, der einen Blick auf die Rückseite der Bühne S gestattete. Man sah diese durch eine große unbelegte Spiegelglasplatte C von 4 bis 5 Meter Höhe, die in einem Winkel von ungefähr 50° geneigt war. Dieses Glas bemerkt man selten, wenn man nicht besonders darauf achtet. Die Laterne, welche den „Geist" B beleuchtet, steht hinter dem Vorhang rechts und setzt ihn in helles Licht. Da der „Geist" weiß gekleidet ist, wird eine Menge Licht von ihm nach allen Richtungen hin reflektiert, und ein Teil der Lichtstrahlen, die auf das Glas bei R fallen, wird wiederum nach L hin reflektiert, wo es dem Zuschauer so er-

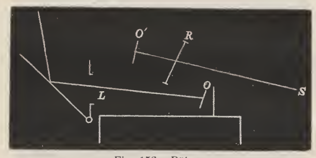


Fig 156. Bühne

scheint, als ob das Bild des Geistes sich in C befände, nämlich so weit hinter R, wie die Entfernung von R nach D beträgt. Alle Lichter im Saale müssen gelöscht sein, nur die vom „Geist" reflektierten Lichtstrahlen dürfen hineingelassen werden. Hinter B ist ein schwarzes Tuch aufgehängt. Die mit dem Geiste sich unterhaltende Person auf der Bühne befindet sich bei D. Sie kann natürlich von dem Geiste nichts sehen und muß ihre Bewegungen vorher unter Leitung des Dirigenten gut einstudiert haben.

Die sehr umständlichen Vorrichtungen zur Vorführung der Geistererscheinungen werden die meisten abhalten, diesen Versuch anzustellen. Man kann aber im Kleinen ohne Kosten sich ein Modell des Apparates machen und mit einem Skioptikon

in einem nicht zu ausgedehnten Lokale die Erscheinung vorführen.

In der Zeichnung ist links ein Reflektor für Sonnenlicht dargestellt; statt dessen kann man bei L die Laterne aufstellen. Der Lichtstrahl wird auf den kleinen Gegenstand bei O, eine weiß gekleidete Puppe oder auch nur eine aus weißem Papier ausgeschnittene Figur geworfen. Das Licht wird nach allen Richtungen hin zerstreut; eine Glasscheibe R empfängt einen Teil dieser Strahlen und wirft sie nach S hin, und das dort befindliche Auge glaubt, sie kämen von O her. Das Glas R läßt sich so drehen, daß jeder im Saale die Erscheinung wahrnehmen kann.

Der begleitende Vortrag.

Wer öfters Gelegenheit hat, sei es öffentlichen, sei es privaten Vorstellungen beizuwohnen, in denen der Projektionsapparat in Anwendung kommt, der muß erkennen, wie überaus anregend ein passender Vortrag, der sich mit den dargestellten Gegenständen beschäftigt, auf die Zuschauer wirkt. Die bildliche Darstellung und der mündliche Vortrag ergänzen sich in der glücklichsten Weise, möge das eine oder das andere nun Belehrung oder Unterhaltung beabsichtigen.

Einfach ist das Halten eines solchen begleitenden Vortrages, wenn der Vorführende seinen Gegenstand genau kennt, z. B. bei der Darstellung einer Reise durch ihm bekannte Gegenden. Hier steht ihm auch eine große Anzahl gediegener Reisehandbücher zu Gebote. Da jedoch jeder Besitzer eines Projektionsapparates die Zahl seiner Bilder fortwährend zu mehren und zu ergänzen bestrebt ist, so dürfte es manchem von Interesse sein, zu erfahren, wo er bei der Ausarbeitung eines Vortrages über verschiedene Gegenstände das nötige Material findet.

Ein Gegenstand, der heute in erhöhtem Grade die Aufmerksamkeit des wiß- und lernbegierigen Publikums auf sich zieht, ist die Astronomie, die Kenntnis der Sternenwelt. Ein hervorragender Schriftsteller auf diesem Gebiete, Dir. Dr. Schellen in Köln, hat seine, vielen unserer Leser gewiß schon bekannte Kollektion astronomischer Glasbilder einem größeren Publikum zugänglich gemacht. In 192, in einheitlichem Format gedruckten Glasphotographien werden uns hier die Wunder des Sternenhimmels näher gerückt. 64 Bilder erklären uns die Sonne mit ihren Flecken, Fackeln, Protuberanzen, den Finsternissen, der Chromosphäre und der Korona; 13 Bilder zeigen uns die Planeten: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Der Mond der Erde ist in 41 Bildern dargestellt, die eine höchst interessante Darstellung unseres Satelliten geben; die ideale Mondlandschaft mit der Erde am Himmel kann nicht verfehlen, als Erdscheinlandschaft Aufsehen zu erregen; sehr deutlich ist der Vergleich der Entstehung der Mondkrater mit der des Vesuvs. Mit den Kometen befassen sich 18 mit den Sternschnuppen, den Meteoriten, den Meteorschauern und Meteorringen 12, mit den Sternhaufen und den Nebelflecken 26, mit dem Zodiakal-Licht 5 und mit dem Nordlicht 11 Bilder.

Der Wert dieser Sammlung wird wesentlich erhöht durch den derselben beigegebenen Text aus der Feder des Dr. Schellen, der zugleich alle erforderlichen Literatur-Nachweise enthält. An der Hand dieses Textes lassen sich für den, dem die Anschaffung des ganzen Werkes zu hoch kommen würde, leicht eine passende Auswahl für einen kürzeren Vortrag geeigneter Bilder treffen. Außerdem sind hier noch zu erwähnen die Werke von Newcomb, J. Plassmann, Klein, Archenhold und das sehr fessenld geschriebene Buch von A. Giberne: Sonne, Mond und Sterne.

Vielfache Anregung und Belehrung bietet Prof. Tyndall's Werk: Das Licht; es umfaßt sechs in Amerika gehaltene Vorlesungen über das Licht, die in deutscher Übersetzung bei Fr. Vieweg & Sohn in Braunschweig im Jahre 1876 erschienen sind. Tyndall hat bei diesen Vorlesungen Projek-

tion mit elektrischem Licht in Anwendung gebracht; einzelne Sachen lassen sich zwar nicht mit anderer Lichtquelle vorführen, für viele eignet sich aber auch das Kalklicht und selbst das Petroleumlicht.

Über Aufnahmen architektonischen und bildlichen Charakters geben Dr. Menge's „Einführung in die Antike Kunst", sowie Dr. O. Seemann's „Mythologie der Griechen und Römer" (beide Werke bei E. A. Seemann in Leipzig erschienen) anregende Erläuterungen.

Vieles kann man leicht selbst nach den in den Werken abgedruckten vorzüglichen Holzschnitten zum Eigengebrauch auf Glas übertragen oder auch nach den im ersteren Werk erwähnten Photographien kopieren; die meisten Besitzer besserer Projektionsapparate dürften ohnehin im Photographieren geübt sein.

Reiches Material enthalten auch die von verschiedenen Firmen herausgegebenen Vorträge. Derartige Hefte mögen dem Vortragenden die Arbeit erleichtern und die Veranstaltung von Lichtbilder-Vorträgen, namentlich in Vereinen, befördern, um so mehr, als die Bilder-Serien ja auch leihweise abgegeben werden.

Sachregister.

Seite

Abziehpapier 174
Äther-Saturator 108
Akustik 235
Albuminverfahren 178
Anilinfarben 195
Apparat, dreifacher 150
Aristoplatte 176
Astronomische Tafeln . . . 169
Aufstellung des Projektions-Apparates 40
Aufstellung des Schirmes . . 28
Automatische Wechslung 23, 295
Azetylen 7, 59
Azetylen-Apparat 62
Azetylenbrenner 64

Bariumplatincyanür 252
Bilder, bewegliche 210
Bilder, stroboskopische . . . 251
Bildgröße 33
Bildhalter 18
Bleibaum 270
Bogenlicht, elektrisches . 8, 119
Bogenlampe, elektrische . . 124
Bray-Brenner 64
Braunstein, Prüfung 66
Brenner für gemischte Gase 92

Seite

Brenner für Sauerstoff und Alkoholdampf 116
Brennweite 34

Calciumcarbid 59
Chemische Versuche 267
Chlorbromsilberplatten . . . 170
Chromatrop 211
Chromodrom 248
Cycloidotrop 212

Darstellung des Blitzes . . 209
„ von Schneefall . 208
„ der Lichtbrechung 238
„ des Regenbogens 244
„ der Schallwellen 237
„ des Spektrums . 241
Diamagnetische Erscheinungen 232
Diaphanfarben 192
Dissolver 143
„ für d. einf. Skioptikon 24
Doppel-Apparat 142
Doppelbrechung durch Druck 263
Drehklammer 185

Seite
Dreifarben-Projektion . . . 199
Dreiweg-Dissolver 144
Druckreduzierventil 80
Dunkle Linien 243

Einfassen der Glasbilder . . 185
Elektrisches Bogenlicht . 8, 119
„ Glühlicht . . 8, 132
Entwickler für Laternplatten . 171
Epidiaskop 138
Experimente, physikalische . 222
„ aus der Mechanik 230
„ a. d. Magnetik 232, 276
„ aus der Akustik 235
„ aus der Optik . 238
Experimente mit dem Horizontal-Apparat 275
Experimente, pflanzenphysiologische 273

Farben dünner Schichten . . 253
Farbige Glasscheiben . . . 198
Farbige Projektion 199
Fluorescenz-Erscheinungen . 252
Fokuslampen 8, 132
Format der Bilder 15

Galvanoskop 277
Gasator 106
Gasglühlicht 7, 57
Gasometer 74
Gassäcke 69
Geistererscheinung 299
Glasstreifen, schwingende . 266
Glasbilder 164
Glühlicht, elektr. 8, 132
Größe der Lichtbilder . . . 33

Helligkeitsmessung 10
Horizontallaterne 275

Interferenzerscheinungen . . 253
Ives Dreifarbenapparat . . . 205

Seite
Kaleidoskop 219
Kaleidotrop 212
Kalklicht 7, 65, 102
Kalklicht-Brenner 89
Kalklicht mit Sauerstoff und Alkohol 116
Kapillarität 230
Kalk-Zylinder 94
Katzenaugen-Dissolver . . . 143
Kinematograph 161
Kohle-Druck 175
Komplementärfarben . . . 250
Kohäsionsfiguren . . . 231, 275
Kolorieren 195
Kondensor 12
Kondensor, Doppel-K. . . . 13
Kondensor, Triple-K. . . . 13
Kontrastfarben 249
Kraftlinien 277
Kuchen aus Braunstein und chlorsaur. Kali 77
Kühltrog 46

Lichtbildgröße 33
Lichtbild-Reklame 293
Lichtbrechung 238
Lichtpunkt, Zentrierung . . 32
Lichtquellen 6
Lichtstärke 9

Magazin-Wechselvorrichtung 23
Magnesiumlicht 8
Magnet. Experimente . 232, 276
Malen mit Wasserfarben . . 186
Malen mit Diaphanfarben . . 192
Manometer 100
Mechanik flüssiger Körper . 230
Mischbrenner 92
Mischfarben 245

Natriumlinie, Umkehrung . . 243
Nebelbilder-Apparate . . . 142

Seite

Neigebrett 27
Nernstlampe 8, 134

Objektiv 17
Optische Experimente . . . 238
Optisches System . . . 12
Osmose 273

Panorama-Projektion . . . 289
Petroleumlicht 7
Petrollampe 48
Photorelief-Druck 175
Physikalische Experimente . 222
Pigment-Druck 175
Polarisation 256
Polariskop 258
Projektionswand 25
Projektion beweglicher Bilder 210
„ der Tonwellen . . 236
„ in auffallendem Licht 40
„ in durchfallendem Licht 41
„ in natürl. Farben 199
„ chemisch Versuche 267
Projektions-Apparat bei physikalischen Experimenten . 222
Projektion im Theater . . . 298
Projektionsbilder 164
„ photographische 170
Projektionsmikroskop . . . 279
Projektionsstereoskop . . . 282
Projektion undurchsichtiger Gegenstände 135
Projektionswand 27
Projizieren mit Kalklicht . . 102
Pulsschlag, Vorführung . . . 221
Purator 64

Raum, dunkler 29
Reflektierspiegel 237
Regenbogen, künstlicher . . 244
Reklame-Projektion 293

Seite

Retorte 66, 67
Revolvervorrichtung f. Spektren 243

Sauerstoff, Bereitung . . . 65
„ komprimierter . 79
Sauerstoff-Verbrauch . . . 82
Sauerstoffzylinder 80
Schallwellen 237
Schaltbrett 130
Schaltung beim dreifachen Apparat 150
Schaltung bei Handregulier-Lampen 155
Schaltung bei automatischen Bogenlampen 154
Schattenbilder 298
Schiffsbilder, bewegliche . . 215
Schneefall 208
Skioptikon-Lampe 48
Sechsweg-Sternhahn . . . 146
Seifenschichten 254
Sicherheits-Brenner 90
Sicherheits-Retorte 75
Sicherheits-Rohr 100
Sicherheits-Ventil 97
Sicherung 128
Silberbaum 271
Spektralerscheinungen . . . 241
Spektrum, Umkehrung . . . 243
Spiritusglühlicht 59
Springbrunnen 216
Springbrunnen, farbiger . . 218
Spiralnebel 272
Staffelei 187
Starkdruckbrenner 93
Stativ 25
Stativschrank 26
Statuen auf mattem Glas . . 168
Stereoskop 251
Stroboskop 251

Tafeln, astronomische . . . 169
Theater-Projektion 298

Seite

Tonwellen 236
Totalreflexion 240

Uranglas 252

Velotrop 21
Verbindungsschläuche . . . 69
Verdunkelungsvorrichtung . 29
Versuche, siehe Experimente
Vierweg-Dissolver 148
Vorhang 209
Vortrag, begleitender . . . 301

Seite

Wand 25
Waschgefäß für Sauerstoff . 68
Wasserstoff-Bereitung . . . 84
Wasserfarben 186
Wasserstoff, komprimierter . 87
Wechseln der Bilder . . . 18
Wellenbewegung 275
Widerstand, regulierbarer . 127
Woodbury-Druck 175
Wunderkamera 135

Zentrierung des Lichtpunktes 32
Zinnbaum 271

Ed. Liesegangs Verlag, M. Eger, Leipzig 20.

Handbuch der praktischen Kinematographie. Die verschiedenen Konstruktionsformen des Kinematographen, die Darstellung der lebenden Lichtbilder, sowie das kinematographische Aufnahmeverfahren.

Mit ca. 300 Seiten Text und 125 Abbildungen von **F. Paul Liesegang.**

Preis 8 Mk., geb. 9 Mk., Porto 30 Pfg.

Inhalt:

Wesen und Wirkungsweise des Kinematographen. — Der Kinematographenfilm. — Der Lichtbilder-Apparat. — Der Bewegungsmechanismus. — Die Türe. — Die Blende. — Das Kinematographen-Werk. — Die optische Ausrüstung. — Die Eintellung der Lichtquelle. — Ausrüstungsgegenstände und Anfstellung des Apparates. — Das Arbeiten mit dem Kinematograph — Ueber die Feuersgefahr bei kinematographischen Vorführungen. — Vorführung und Programm. — Fehlerhafte Erscheinungen beim Arbeiten mit dem Kinematograph. — Die Herstellug kinematographischer Aufnahmen. — Die Licht-Einrichtungen auf 61 Seiten ausführlich behandelt.

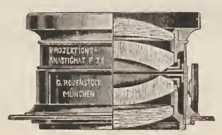
Aus einigen Besprechungen:

. . . . Das Werk enthält einen vollständigen Ueberblick über alle Erfahrungen und alle Vorrichtungen, die zur Herstellung von Reihenbildern und ihrer Vorführung gehören. Die Aufnahme und Bearbeitung der Negativbänder, die erst am Schlusse des Buches behandelt ist, dürfte dabei den Amateur und wissenschaftlichen Forscher am meisten interessieren und hoffentlich wird sich mancher durch die Lektüre veranlaßt sehen, diesem Zweige der Photographie, der ihre gründlichste Nutzanwendung darstellt, sich künftig mit zuzuwenden etc.

. . . . Wegen seiner übersichtlichen Anordnung und leicht verständlichen Darstellung kann das Buch jedem, der sich für dieses Gebiet intereessiert, bestens empfohlen werden etc.

. . . . wird das Erscheinen des Buches von vielen mit Freuden gegrüßt werden und wir können sein Studium, im Hinblick auf die sachgemäße Anordnung und Durcharbeitung des Stoffes jedem Interessenten empfehlen etc.

RODENSTOCKS



Projektions-Anastigmate

:: sind die Besten! ::

Projektionsobjektive
Projektionsapparate
Projektions=Mikroskope
Projektions=Teleobjektive
} in reicher Auswahl.

Kondensatoren

:: in allen Formen und Größen. ::

Projektionskatalog No. 107 gratis und :: franko ::

Optische Anstalt **G. Rodenstock** München Isartalstr. 41-43.

Telephon (interurban)
Nr. 13342 und 17779

:: Telegrammadresse: ::
Lechner, Aziendahof, Wien.

Fabrik photographischer u. Projektions-Apparate

R. Lechner (Wilh. Müller)

Behördl. konzess. Anstalt für elektr. Beleuchtungsanlagen

30 Graben 31 * Wien * 30 Graben 31

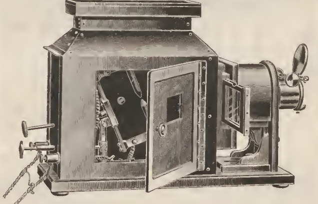
Lechners Skioptikons

speziell für

Schulzwecke

konstruiert, eignen sich sowohl zur Vorführung von **Laternbildern**, sowie zur Demonstration **physikalischer Versuche episkopischer und mikroskopischer Projektion.**

Unsere Apparate sind für alle Lichtquellen geeignet.



Lechners Projektionsapparate

arbeiten in zuverlässigster Weise und stehen in vielen Schulen, Instituten, Privatkreisen etc. bereits in Verwendung.

Man verlange Projektionsliste L und Diapositivverzeichnis L.

Spezialgeschäft für Projektion

GANZ & CO., ZÜRICH

:: Gegründet 1857 :: :: Bahnhofstr. 40 ::

Projektionsbilder

Über 1000 ausgewählt schöne Schweizeransichten
Ca. 7000 Bilder anderer Länder. Biblische und
andere Serien
Hauptkatalog No. 11 über Projektionsbilder, franko 80 cts.

Projektionsapparate für alle Beleuchtungsarten

Lichtquellen, Gaserzeuger, Objektive usw. usw.
Sämtliche Zubehör
Illustr. Hauptkatalog No. 12 über Projektionsappar., franko 80 cts.

Der Betrag für Kataloge wird bei der ersten Bestellung in Abzug gebracht!

A. LUMIERE ET SES FILS

LYON-MONPLAISIR

Die allerälteste Fabrik photograpischer Platten und Papiere.
:: Die höchsten Auszeichnungen auf allen Ausstellungen ::

Chlorbromsilber- und Citrat-Platten
für Diapositive in schwarzen oder warmen Tönen.

Autochrom-Platten für Diapositive in natürlichen Farben.
Farbenphotographie jedem Amateur zugänglich.

Spezielles sowohl allgemeines Notizbuch franko auf Verlangen.

ZEISS

PROJEKTIONSAPPARATE

▭ für Projektion von Diapositiven ▭

EPIDIASKOPE

für Projektion von Diapositiven und
▽△▽△ undurchsichtigen Positiven ▽△▽△
Beide Apparate auch für die Projektion von Bildern auf Autochrom-
▽△▽△▽△▽△ platten geeignet △▽△▽△▽△▽

OBJEKTIVE

für Projektion durchsichtiger und un-
▽△▽△▽ durchsichtiger Objekte ▽△▽△▽

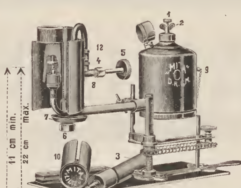
„TESSAR"

1 : 3.5 1 : 4.5 1 : 6.3

Prospekte unter Bezugnahme auf dieses Buch gratis

CARL ZEISS, JENA

Berlin Frankfurt a. M. Hamburg
London St. Petersburg Wien.



Mita-Reform-Licht

ist für Familie, Schule, kleinere Vereine und Reise als **bequemste** Lichtquelle **erprobt** und :: **bekannt.** ::

Tausende von Lampen seit Jahren in Benutzung!

Garantiere Sicherheit. **Höchste** Leuchtkraft nach Kalklicht. Für **jeden** Projektions-Apparat passend. Bequemste Zentrierung! Ausführlichen Prospekt und Gebrauchsanweisung durch alle Fachhandlungen und direkt von

Siegel und Butziger Nachf., Dresden.

Ferdinand Ernecke

OO Hoflieferant Seiner Majestät des Kaisers und des Königs OO

Werkstätten für Präzisionsmechanik

Ringbahnstr. 4 **Berlin-Tempelhof** **Ringbahnstr. 4**

Spezial-Abteilung für Projektion.

Ausführung von Projektions-Apparaten mit den verschiedenartigsten Lichtquellen für Schulen :: und Universitäten ::

Bewährte Spezialtype **„NOR“** für :: Schulen ::

Broschüre hierüber mit 95 Seiten und 85 Abbildungen, soeben in 3. Auflage erschienen, steht den Herren Fachlehrern gratis, sonstigen Interssenten zum Preise von :: 1.50 Mk. zu Diensten. ::

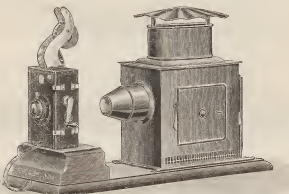
:: **Spezialtype** ::
nach Prof. **Kammerer zur Projektion von Strichätzungen usw.** an Hochschulen nnd maschinenbautechnischen usw. Schulen ::

Vollständige Projektionseinrichtungen für den physikalischen :: Unterricht ::

Uebernahme von Verdunkelungs- und Dunkelkammer-Einrichtungen

Haben Sie Interesse

für erstklassige kinematographische Aufnahme- und Wiedergabe-Apparate? Dann verlangen Sie Speziallisten über den



Ernemann Kino

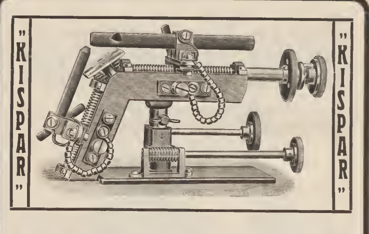
hervorragend für Amateure, Familien, Vereine und wissenschaftliche Zwecke geeignet, (stets Neuheiten in interessanten Films) und über

Ernemann Kino-Projektoren I u. II,

nach langjährigen Erfahrungen unter Berücksichtigung aller Verbesserungen und Neuerungen konstruierte Kinematographen für berufliche Zwecke.

Kataloge gratis.

Heinr. Ernemann A.-G., Dresden 184.



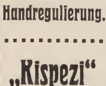
Stralsunder Bogenlampen-Fabrik

Stralsund

Projektions-Bogenlampen

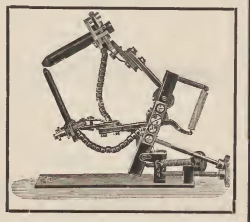
aller Art

für
Gleichstrom,
Wechselstrom,
automatische
und
Handregulierung.



. . . .

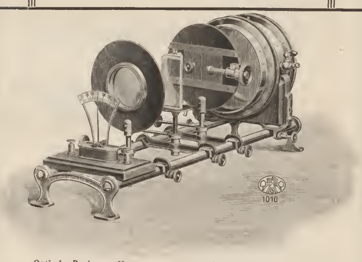
„Kispezi"
bis 100 Ampère.



Lichtbildwerfer

□ und sämtliches Zubehör □

in einfacher und feinster Ausführung



Optische Bank zum Vorsetzen vor unsere Apparate mit Zusatzstücken.

Unsere neuen Ausführungsformen (1909) haben bedeutende Vorteile vor anderen

„Projektions - Apparaten"

ähnlicher Preislage.

Gebrüder Mittelstrass

Hoflieferanten ✻ **Magdeburg 36** ✻ Gegr. 1867

Führend auf dem Gebiete der Projektion!

Ed. Liesegang

Spezialfabrik für Projektionsapparate

Düsseldorf

Gründlich durchkonstruierte Modelle.
Solide Bauart. — Eleganteste Form.

Leih-Institut für Lichtbilder-Serien

:: Bestand 125 Tausend Diapositive. ::

Kunstgeschichtliche Originaldiapositive

des Kunstverlages *Franz Hanfstaengl-München, Braun, Clement & Co.-Dornach i. E, Gustav Schauer-Berlin* u. a.

Wilhelm Busch in Lichtbildern

Mit Erlaubnis der F. Bassermann'schen Verlagsbuchhandlung in München und der Deutschen Verlags- :: anstalt in Stuttgart ::

Ausgabe nur leihweise.

Gesetzlich geschützt. **Praktische Neuheit!** Gesetzlich geschützt.

Zum Verkleben von **Laternenbildern** und **Glasstereoskopbildern**

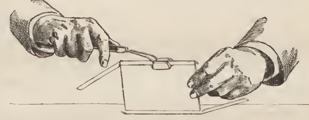
U-förmige Trocken-Klebestreifen

zum Umbiegen vorgeritzt, fertig zugeschnitten.

Die Doppelstreifen, für je zwei Bildseiten ausreichend, werden auf die Ränder des fertigzustellenden Bildes gesetzt u. durch Überstreichen m. der hierfür konstruierten

D. R. G. M. **federnden Parallel-Plättzange** D. R. G. M.

wird eine **tadellose Einrahmung** von **größter Dauerhaftigkeit** erreicht.



Doppelstreifen für Laternenbilder
100 Stück ausreichend für 50 Bilder.
8,5:8,5 / 8,3:8,3 glänzend oder matt **1,50 M.**
8,5:10 „ „ „ **1,75 M.**
9:12 „ „ „ **2.— M.**
Preie per 100 Stück.

Doppelstreifen f. Stereoskopbilder
60 Stück ausreichend für 30 Bilder.
8,5:17 / 9:18 glänzend oder matt **1,50 M.**
Preis per 60 Stück.

D. R. G. M. **In Rollen von 25 und 50 Meter Länge** D. R. G. M.

Für jedes Laternen- und Stereoskop-Format verwendbar. Zum Abschneiden nach Bedarf. Nur vorgeritzt zum leichteren Umbiegen.

Rolle von 25 Metern . . . **1,50 M.**
Rolle von 50 Metern . . . **2,50 M.**

Federnde Parallel-Plättzange **3.50 M,**
Vernickelt . . . . . . **4,— M.**
Spirituslämpchen . . . . **1,50 M.**

Klebstoff von größerer Bindekraft als Gummi und Kleister. ▪ Größte **Widerstandskraft** gegen Erhitzung in der Laterne. ▪ **Scharfe symmetrische Umbiegung** durch vorherige Maschinenritzung. ▪ **Wohlverwahrte, saubere Eckwinkel.** ▪ Vollkommener Ausschluß von Feuchtigkeit. ▪ **Sofortiger Anschluß** des Papiers an das Glas. ▪ **Leichtes späteres Ausbessern** weniger sorgfältig befestigter Stellen durch erneute Erwärmung. ▪ **Kein Beschmutzen der Finger** und des Bildes. ▪ **Schnelles, bequemes und billiges Arbeiten.**

Trocken-Klebstreifen-Fabrik

Dr. J. Neubronner, Cronberg i. Taunus.

Hauff-Diapositiv-Platte

für Projektions-, Stereoskop- und Fensterbilder.

Hervorragend brillant und plastisch wirkend.

Für **schwarze, braune** und **violette Töne** vorzüglich geeignet.

Genaue Gebrauchsanweisung liegt jeder Packung bei.

Preise:

	4.5×10,7	$8^1/_2 \times 8^1/_2$	$8^1/_2 \times 10$	9/12	13/18	
M.	1.—	1.30	1.45	1.80	3.35	p. Dtzd.

Bezug durch die Handlungen photographischer Artikel.

J. Hauff & Co., G. m. b. H., Feuerbach (Württb.).

Keilitz-Farben

die besten für alle photogr.
:: Papiere und Diapositive ::

Leichtes Malen! Vollkommene Transparenz!

Prospekt in deutsch, englisch, französisch, spanisch kostenfrei. Zu beziehen durch alle Händler event. durch:

C. Keilitz, Akadem. Maler, Leipzig-Reudnitz.

Neu erschien die

9./10. vermehrte und verbesserte Auflage:

Photographischer Zeitvertreib

Interessante Beschäftigungen und Versuche mit Hilfe der Camera.

Von H. Schnauss.

Mit Kunstbeilagen und **200** Abbildungen.

Preis Mk. 3.—, gebunden Mk. 4.— (Porto 20 Pf.)

Dieses hochinteressante vorzüglich empfohlene Werk sollte in keiner photographischen Bibliothek fehlen!

Ed. Liesegang's Verlag (M. Eger), Leipzig XIII.

Ed. Liesegangs Verlag, M. Eger, Leipzig

Photographischer Bücherschatz

Band I.

Der Pigment-Druck (Kohledruck) von Dr. Paul Liesegang. 13. Auflage, vollständig umgearbeitet und ergänzt von Hans Spörl, Fachlehrer. Mit 24 Abbildungen und 1 Pigmentdruck. Preis M. 3.—, geb. M. 3.50.

Band II.

Der Lichtdruck und die Photo-Lithographie von Dr. Jul. Schnauss. Mit 35 Abbildungen und Tafeln. 7. Auflage, vollständig umgearbeitet und ergänzt von Aug. Albert, K. K. Professor. Preis M. 4.—, geb. M. 5.—.

Band III.

Die Lichtpausverfahren. 4. vollständig umgearbeitete Auflage von Hans Spörl, Fachlehrer. Mit über 15 Abbildungen. Preis M. 3.—, geb. M. 3.50.

Band IV.

Skioptikon. Einführung in die Projektions-Kunst. 4. durchgesehene Auflage mit über 20 Abbildungen von G. Lettner. Preis M. 1.50.

Band V.

Der Entwicklungs-Druck. 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage von G. Merkator. Preis M. 2.—, geb. M. 2.50.

Band VI.

Diapositive. Anleitung zur Anfertigung von Glas-Photographien für den Projektionsapparat, das Stereoskop etc. Von Hermann Schnauss. 5. umgearbeitete Auflage von M. Erhardt. Ca. 40 Abbildungen. Preis M. 2.50, geb. M. 3.—.

Band VII.

Herstellung photographischer Vergrößerungen von Dr. G. Hauberrisser. Mit 50 Abbildungen. Preis broschiert M. 2.50, gebunden M. 3.—.

Band VIII.

Das photographische Objektiv. Seine Beurteilung und Ausnutzung. Mit 56 Abbildungen und Tabellen von A. Neumann und Dr. F. Staeble. Preis M. 2.50, geb. M. 3.—.

Band IX.

Photographische Chemie. Allgemein verständliche Darstellung v. R. Ed. Liesegang. 3. umgearbeitete Aufl. von Dr. K. Kieser. Preis M. 2.50, geb. M. 3.—.

Band X.

Leitfaden der Retouche für Negativ und Positiv. 4. umgearbeitete Anflage von J. Paar. Mit ca. 30 Abbildungen u. 7 Kunstbeilagen. Preis M. 2.50, geb. M. 3.—.

Franz Mejo Nachf. Dr. F. Poppe, Leipzig.

X [illegible]/17

This publication was digitized as part of the project

A Million Pictures: Magic Lantern Slide Heritage as Artefacts in the Common European History of Learning (June 2015–May 2018).

A Million Pictures is a Joint Programming Initiative on Cultural Heritage – Heritage Plus project, which is funded by the Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO), The Belgian Science Policy Office (Belspo), The Arts and Humanities Research Council, UK (AHRC) and the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO). The project is co-funded by the European Commission.

http://www.jpi-culturalheritage.eu
http://www.uu.nl/a-million-pictures